

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  
 $F'_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFTALATO DE  
POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO  
- 2022”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ESTRUCTURAS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL

TESISTA:  
INOCENCIO MARTINEZ, YUDIT ANTONIA

ASESOR:  
VILLAVICENCIO GUARDIA, JOSE LUIS

HUÁNUCO – PERÚ.

2023

## CONTENIDO INTERIOR

CONTENIDO INTERIOR.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS. ....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
DEDICATORIA .....	xi
AGRADECIMIENTO. ....	xii
RESUMEN. ....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN. ....	xv
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1.    Fundamentación del problema de investigación.....	1
1.2.    Formulación del problema de investigación general y específicos .....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos .....	3
1.3.    Formulación de objetivos generales y específicos.....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4.    Justificación.....	4
1.4.1. Justificación Teórica .....	5
1.4.2. Justificación Práctica.....	5
1.4.3. Justificación Metodológico .....	5
1.5.    Limitaciones .....	6
1.6.    Formulación de hipótesis generales y específicos .....	7
1.6.1. Hipótesis General. ....	7
1.6.2. Hipótesis Específica. ....	7
1.6.3. Hipótesis Nula.....	7
1.6.4. Hipótesis Alterna.....	7

1.7. Variables.....	8
1.7.1. Variable independiente.....	8
1.7.2. Variable dependiente.....	8
1.7.3. Variable interviniente.....	8
1.8. Definición teórica y operacionalización de variables.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	10
2.1. Antecedentes.....	10
2.1.1. A nivel internacional .....	10
2.1.2 A nivel Nacional .....	11
2.1.3 A nivel Local.....	12
2.2. Bases teóricas. ....	14
2.2.1. El concreto diseñado con tereftalato de polietileno (PET).....	14
2.2.2. Propiedades del concreto con fibra PET. ....	16
2.2.3. Agregados. ....	18
2.2.4. El cemento.....	20
2.2.5. Aditivos del concreto. ....	21
2.2.6. parámetros del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> considerados en el presente proyecto.....	21
2.3. Bases conceptuales .....	24
2.3.2. Concreto. ....	24
2.3.3. Fibra PET. ....	24
2.3.4. Concreto con PET. ....	24
2.3.5. Resistencia a la compresión. ....	24
2.3.6. Cemento. ....	24
2.3.7. Dosificación. ....	24
2.3.8. Diseño de mezcla. ....	24

2.4.	Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas.....	25
2.4.1.	El positivismo.....	26
2.4.2.	El Neopositivismo.....	26
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		27
3.1.	Ámbito.....	27
3.2.	Población.....	27
3.3.	Muestra.....	27
3.4.	Nivel y tipo de estudio.....	28
3.4.1.	Nivel.....	28
3.4.2.	Tipo.....	28
3.5.	Diseño de investigación.....	29
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos.....	30
3.6.1.	Métodos.....	30
3.6.2.	Técnicas.....	30
3.6.3.	Instrumentos.....	31
3.7.	Validación y confiabilidad del instrumento.....	32
3.8.	Procedimiento.....	33
3.8.1.	Fabricación del aditivo PET liso y rugoso.....	33
3.8.2.	Trabajos de campo.....	34
3.8.3.	Trabajos de laboratorio.....	35
3.9.	Tabulación y análisis de datos.....	41
3.9.1.	Prueba de hipótesis para concretos con 1% de PET rugoso vs sin PET. ...	42
3.9.2.	Prueba de hipótesis para concretos con 2% de PET rugoso vs sin PET. ...	46
3.9.3.	Prueba de hipótesis para concretos con 3% de PET rugoso vs sin PET. ...	50
3.9.4.	Prueba de hipótesis para concretos con 4% de PET rugoso vs sin PET. ...	54
3.9.5.	Prueba de hipótesis para concretos con 5% de PET rugoso vs sin PET. ...	58

3.9.6. Prueba de hipótesis para concretos con PET rugoso vs PET liso al 1%...	62
3.9.7. Prueba de hipótesis para concretos con PET rugoso vs PET liso al 2%...	66
3.9.8. Prueba de hipótesis para concretos con PET rugoso vs PET liso al 3%...	70
3.9.9. Prueba de hipótesis para concretos con PET rugoso vs PET liso al 4%...	74
3.9.10. Prueba de hipótesis para concretos con PET rugoso vs PET liso al 5%...	78
3.10. Consideraciones éticas.....	82
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	83
4.1. Pruebas de resistencia a la compresión. Edad 7 días.....	83
4.2. Pruebas de resistencia a la compresión. Edad 14 días.....	87
4.3. Pruebas de resistencia a la compresión. Edad 28 días.....	91
4.4. Promedios de resistencia a la compresión por edades.....	95
4.5. Comportamiento de la evolución de resistencias.....	98
4.6. Resultados de las hipótesis.....	103
4.6.1. De la hipótesis general:.....	103
4.6.2. De la hipótesis específica 1:.....	103
4.6.3. De la hipótesis específica 2:.....	103
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	104
5.1. De los antecedentes internacionales.....	104
5.2. De los antecedentes nacionales.....	105
5.3. De los antecedentes locales.....	106
CONCLUSIONES.....	107
RECOMENDACIONES.....	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1</b> Cuadro de operación de variables.....	9
<b>Tabla 2</b> Requisitos de granulometría para la arena gruesa .....	19
<b>Tabla 3</b> Requisitos de granulometría para el agregado grueso .....	20
<b>Tabla 4</b> Resistencia a 28 días vs relación a/c.....	22
<b>Tabla 5</b> Evolución de resistencias para el 5% de PET .....	22
<b>Tabla 6</b> Volumen del agregado grueso según MF.....	23
<b>Tabla 7</b> Resistencias del concreto con 1% de PET rugoso y sin PET .....	42
<b>Tabla 8</b> Normalidad de datos del concreto con 1% de PET rugoso y sin PET .....	42
<b>Tabla 9</b> Datos estadísticos de los concretos con 1% de PET rugoso y sin PET .....	44
<b>Tabla 10</b> Resistencias del concreto con 2% de PET rugoso y sin PET .....	46
<b>Tabla 11</b> Normalidad de datos del concreto con 2% de PET rugoso y sin PET .....	46
<b>Tabla 12</b> Datos estadísticos de los concretos con 2% de PET rugoso y sin PET ...	48
<b>Tabla 13</b> Resistencias del concreto con 3% de PET rugoso y sin PET .....	50
<b>Tabla 14</b> Normalidad de datos del concreto con 3% de PET rugoso y sin PET .....	50
<b>Tabla 15</b> Datos estadísticos de los concretos con 3% de PET rugoso y sin PET ...	52
<b>Tabla 16</b> Resistencias del concreto con 4% de PET rugoso y sin PET .....	54
<b>Tabla 17</b> Normalidad de datos del concreto con 4% de PET rugoso y sin PET .....	54
<b>Tabla 18</b> Datos estadísticos de los concretos con 4% de PET rugoso y sin PET ...	56
<b>Tabla 19</b> Resistencias del concreto con 5% de PET rugoso y sin PET .....	58
<b>Tabla 20</b> Normalidad de datos del concreto con 5% de PET rugoso y sin PET .....	58
<b>Tabla 21</b> Datos estadísticos de los concretos con 5% de PET rugoso y sin PET ...	60
<b>Tabla 22</b> Resistencias de concretos con PET rugoso y PET liso al 1% .....	62
<b>Tabla 23</b> Normalidad de datos de concretos con PET rugoso y PET liso al 1% .....	62
<b>Tabla 24</b> Datos estadísticos de concretos con PET rugoso y PET liso al 1% .....	64
<b>Tabla 25</b> Resistencias de concretos con PET rugoso y PET liso al 2% .....	66
<b>Tabla 26</b> Normalidad de datos de concretos con PET rugoso y PET liso al 2% .....	66
<b>Tabla 27</b> Datos estadísticos de concretos con PET rugoso y PET liso al 2% .....	68
<b>Tabla 28</b> Resistencias de concretos con PET rugoso y PET liso al 3% .....	70
<b>Tabla 29</b> Normalidad de datos de concretos con PET rugoso y PET liso al 3% .....	70
<b>Tabla 30</b> Datos estadísticos de concretos con PET rugoso y PET liso al 3% .....	72

<b>Tabla 31</b>	Resistencias de concretos con PET rugoso y PET liso al 4% .....	74
<b>Tabla 32</b>	Normalidad de datos de concretos con PET rugoso y PET liso al 4% ....	74
<b>Tabla 33</b>	Datos estadísticos de concretos con PET rugoso y PET liso al 4% .....	76
<b>Tabla 34</b>	Resistencias de concretos con PET rugoso y PET liso al 5% .....	78
<b>Tabla 35</b>	Normalidad de datos de concretos con PET rugoso y PET liso al 5% ....	78
<b>Tabla 36</b>	Datos estadísticos de concretos con PET rugoso y PET liso al 5% .....	80
<b>Tabla 37</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño sin PET .....	83
<b>Tabla 38</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 1% PET liso.....	83
<b>Tabla 39</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 2% PET liso.....	83
<b>Tabla 40</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 3% PET liso.....	84
<b>Tabla 41</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 4% PET liso.....	84
<b>Tabla 42</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 5% PET liso.....	84
<b>Tabla 43</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 1% PET rugoso.....	85
<b>Tabla 44</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 2% PET rugoso.....	85
<b>Tabla 45</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 3% PET rugoso.....	85
<b>Tabla 46</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 4% PET rugoso.....	86
<b>Tabla 47</b>	Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 5% PET rugoso.....	86
<b>Tabla 48</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño sin PET .....	87
<b>Tabla 49</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 1% PET liso.....	87
<b>Tabla 50</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 2% PET liso.....	87
<b>Tabla 51</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 3% PET liso.....	88
<b>Tabla 52</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 4% PET liso.....	88
<b>Tabla 53</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 5% PET liso.....	88
<b>Tabla 54</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 1% PET rugoso.....	89
<b>Tabla 55</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 2% PET rugoso.....	89
<b>Tabla 56</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 3% PET rugoso.....	89
<b>Tabla 57</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 4% PET rugoso.....	90
<b>Tabla 58</b>	Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 5% PET rugoso.....	90
<b>Tabla 59</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño sin PET .....	91
<b>Tabla 60</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 1% PET liso.....	91

<b>Tabla 61</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 2% PET liso.....	91
<b>Tabla 62</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 3% PET liso.....	92
<b>Tabla 63</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 4% PET liso.....	92
<b>Tabla 64</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 5% PET liso.....	92
<b>Tabla 65</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 1% PET rugoso.....	93
<b>Tabla 66</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 2% PET rugoso.....	93
<b>Tabla 67</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 3% PET rugoso.....	93
<b>Tabla 68</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 4% PET rugoso.....	94
<b>Tabla 69</b>	Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 5% PET rugoso.....	94
<b>Tabla 70</b>	Resumen del promedio de resistencia a la compresión – 7 días.....	95
<b>Tabla 71</b>	Resumen del promedio de resistencia a la compresión – 14 días.....	96
<b>Tabla 72</b>	Resumen del promedio de resistencia a la compresión – 28 días.....	97
<b>Tabla 73</b>	Evolución de resistencias para el 1% de PET .....	98
<b>Tabla 74</b>	Evolución de resistencias para el 2% de PET .....	99
<b>Tabla 75</b>	Evolución de resistencias para el 3% de PET .....	100
<b>Tabla 76</b>	Evolución de resistencias para el 4% de PET .....	101
<b>Tabla 77</b>	Evolución de resistencias para el 5% de PET .....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1</b> Fabricación del aditivo PET.....	33
<b>Figura 2</b> Recolección de la arena gruesa en cantera.....	34
<b>Figura 3</b> Recolección de la piedra chancada en cantera.....	34
<b>Figura 4</b> Cuarteo del agregado grueso.....	35
<b>Figura 5</b> Cuarteo del agregado fino.....	35
<b>Figura 6</b> Pesos unitarios del agregado grueso.....	36
<b>Figura 7</b> Pesos unitarios del agregado fino.....	36
<b>Figura 8</b> Ensayo de granulometría del agregado.....	37
<b>Figura 9</b> Ensayo de contenido de humedad.....	37
<b>Figura 10</b> Toma de datos en laboratorio.....	38
<b>Figura 11</b> Ensayo de absorción del agregado.....	38
<b>Figura 12</b> Curado de probetas en laboratorio.....	39
<b>Figura 13</b> Muestreo e identificación de los especímenes de concreto.....	39
<b>Figura 14</b> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	40
<b>Figura 15</b> Probetas fracturadas luego de las pruebas.....	40
<b>Figura 16</b> Región de prueba de los concretos con 1% de PET rugoso y sin PET..	45
<b>Figura 17</b> Región de prueba de los concretos con 2% de PET rugoso y sin PET..	49
<b>Figura 18</b> Región de prueba de los concretos con 3% de PET rugoso y sin PET..	53
<b>Figura 19</b> Región de prueba de los concretos con 4% de PET rugoso y sin PET..	57
<b>Figura 20</b> Región de prueba de los concretos con 5% de PET rugoso y sin PET..	61
<b>Figura 21</b> Región de prueba de concretos con PET rugoso y PET liso al 1%.....	65
<b>Figura 22</b> Región de prueba de concretos con PET rugoso y PET liso al 2%.....	69
<b>Figura 23</b> Región de prueba de concretos con PET rugoso y PET liso al 3%.....	73
<b>Figura 24</b> Región de prueba de concretos con PET rugoso y PET liso al 4%.....	77
<b>Figura 25</b> Región de prueba de concretos con PET rugoso y PET liso al 5%.....	81
<b>Figura 26</b> Resistencia promedio del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ a los 7 días.....	95
<b>Figura 27</b> Resistencia promedio del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.....	96
<b>Figura 28</b> Resistencia promedio del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.....	97

<b>Figura 29</b> Evolución de resistencias para el 1% de PET .....	98
<b>Figura 30</b> Evolución de resistencias para el 2% de PET .....	99
<b>Figura 31</b> Evolución de resistencias para el 3% de PET .....	100
<b>Figura 32</b> Evolución de resistencias para el 4% de PET .....	101
<b>Figura 33</b> Evolución de resistencias para el 5% de PET .....	102

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios en primera instancia, A mi madre, Eva Martínez Rivera que se esforzó por verme salir adelante, a la que le debo todo lo que he logrado, y también dedicado a mis tíos, Álvaro y Mercedes por la ayuda y guía que me brindan.

## **AGRADECIMIENTO.**

A Dios, porque en el tengo puesta toda mi fe y mi confianza para que guiase mi camino.

A mi madre, Eva Martínez, por ser una mujer valiente que dedico todo su esfuerzo por ver salir a todos sus hijos profesionales.

A mis tíos, Mercedes y Álvaro, por la guía y la ayuda que siempre me brindan.

A mis docentes que están siempre aptos para brindarme la asesoría correspondiente y a mi asesor por ser paciente y asesorarme de la mejor manera para obtener buenos resultados en este proyecto

## **RESUMEN.**

Dentro de la investigación se observó el comportamiento del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando el aditivo PET rugoso, comparando además el comportamiento de este sobre un concreto normal y un concreto con aditivo PET tradicional o liso, con el objetivo de que el concreto con aditivos PET rugoso conserve la resistencia a la compresión en comparación con un concreto normal, y no disminuya como frecuentemente se concluye en diversas investigaciones realizadas con aditivos PET liso.

En el capítulo I se detallan el fundamento del problema, objetivos, hipótesis y las variables de la investigación.

El marco teórico detalla los antecedentes a la investigación, haciendo mención a cada uno de los autores que investigaron el concreto con otros materiales y otros lugares. Por otro lado, describen el marco teórico relacionados a la investigación que nos permitieron hacer posible los procesos de obtención de datos de nuestros instrumentos., así también se definieron las bases conceptuales y epistemológicas propias de la tesis.

Seguidamente se describen en el capítulo III se describen el aspecto metodológico de la investigación, los procedimientos, tabulación y análisis de toda la ejecución de la investigación.

Los resultados y síntesis de los instrumentos se detallan en el capítulo IV, resumiendo así las variaciones de cada uno de ellos.

Para realizar el contraste de los datos en base a los antecedentes se contemplan en el capítulo V, analizando los resultados de otros autores y comparando nuestros resultados.

Las conclusiones y recomendaciones detallan de cada uno de los objetivos propuestos en la presente investigación, recomendando así que el PET es un buen aditivo para la conservación del medio ambiente, más no es recomendable para elementos estructurales.

Palabras clave: concreto, PET liso, PET rugoso,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

## **ABSTRACT.**

Within the research, the behavior of the concrete  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  will be observed by adding the rough PET additive, also comparing its behavior on a normal concrete and a concrete with a traditional or smooth PET additive, with the aim that the concrete with rough PET additives, the compressive strength is preserved compared to normal concrete, and does not decrease as is frequently concluded in various investigations carried out with smooth PET additives.

Chapter I details the foundation of the problem, objectives, hypotheses and the research variables.

The theoretical framework details the background to the research, mentioning each of the authors who investigate concrete with other materials and other places. On the other hand, the theoretical framework related to the research that allowed us to make possible the processes of obtaining data from our instruments was described, and the conceptual and epistemological bases of the thesis were also defined.

Next, Chapter III describes the methodological aspect of the research, the procedures, tabulation and analysis of the entire execution of the research.

The results and synthesis of the instruments are detailed in chapter IV, thus summarizing the variations of each of them.

To compare the data based on the background information, it is contemplated in Chapter V, analyzing the results of other authors and comparing our results.

The conclusions and recommendations detail each of the objectives proposed in this research, thus recommending that PET is a good additive for environmental conservation, but it is not recommended for structural elements.

**Keywords:** concrete, smooth PET, rough PET,  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

## INTRODUCCIÓN.

Esta investigación está enfocada en analizar las resistencias del concreto  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  diseñados con aditivos PET rugoso buscando conservar la resistencia de diseño, las investigaciones hasta la actualidad encontraron que el concreto PET mejora la resistencia a la flexión pero disminuye la resistencia a la compresión del concreto, así, podemos mencionar a Quentta (2019), que concluyo que a un 4% de adición de fibras PET se obtiene un concreto que disminuye la resistencia a la compresión con respecto al diseño patrón, pero aumenta la resistencia la flexión hasta un 24%; por tanto, si al adicionar concreto PET, aumenta la resistencia a la flexión y conserva la resistencia a la compresión, obtendríamos resultados favorables.

Durante la investigación se realizaron diseños con adiciones desde el 1% al 5% del PET para lisos y rugosos; en todas las investigaciones se encontró una disminución considerable de resistencias comparados con el diseño patrón, Sin embargo, a pesar de la disminución de las resistencias a la compresión, también se encontró que los diseños de concreto PET rugoso soportan un mayor porcentaje de aditivos PET que el diseño de concreto con PET liso, obteniéndose de ese modo un mejor resultado con aditivos PET rugoso, mostrando que esta dirección de investigación tiene un buen rumbo si se procede a trabajar con PET rugoso.

La investigación es de nivel descriptivo, de tipo aplicada según su finalidad, prospectiva según el alcance temporal, descriptiva según su profundidad, micro según su amplitud, mixto según sus fuentes, cuantitativa según su carácter, cuasi experimental según su naturaleza, de laboratorio según su aplicación.

# CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Fundamentación del problema de investigación

El concreto es el material más usado en la construcción, a través de los años se ha buscado mejorar sus propiedades adicionando diversos tipos de materiales con la finalidad de obtener un mejor producto, y que no afecten medio ambiente, dando muy buenos resultados, pero en la mayoría de los casos los tipos de concreto realizados sirven solo para concretos de baja resistencia que limitan su uso. Uno de los materiales usados en los diversos estudios como aditivos del concreto son los residuos PET, de las cuales existen estudios que concluyen que este aditivo PET resulta beneficioso para el concreto en cantidades muy pequeñas, siendo perjudicial si se adicional una mayor cantidad.

En la actualidad el crecimiento de la población social genera un impacto ambiental negativo en cuanto a la acumulación de residuos inorgánicos y residuos orgánicos, en mención a esto a nivel mundial hay diversidad de acumulación de residuos de botellas plásticas o conocidos técnicamente como polietileno tereftalato, por esa razón la en la actualidad se propone su uso de sus fibras dentro de la construcción. (Saucedo, 2021).

Subramani et al (2017), concluye según sus investigaciones que la resistencia a la flexión del concreto aumenta adicionando fibras PET hasta un 4%, haciendo ver que este tipo de aditivo es un gran aporte para mejorar esta propiedad en el concreto.

Por otra parte, Schembri (2011), realizo investigaciones de la resistencia a la compresión del concreto con fibras PET de 30m y 50 mm en porcentajes de hasta 1.5%, concluyendo que, en todas ellas, la resistencia a la compresión disminuye, afectando así esta propiedad del concreto

De este modo, existen muchas más investigaciones que llegaron a conclusiones similares cuando se incorporan aditivos PET al concreto, haciendo notar que La propiedad más característica del concreto que es la resistencia a la compresión se ve afectada al adicionar residuos PET a la mezcla, por tanto, el concreto pierde valor, esto es la causa de que a pesar que el aditivo PET sea beneficioso en algunos aspectos como la resistencia a la flexión y además sea amigable con el medio ambiente, aun se tenga desconfianza para usarse en el concreto, y más si se trata de un concreto estructural.

El problema del poco uso o la desconfianza de usar concreto PET entonces radica en que existe poca efectividad en la resistencia a la compresión del concreto, por tanto, el presente estudio está enfocado en buscar una solución al respecto mediante la inserción de aditivos PET al concreto en forma rugosa, para evitar que baje la resistencia a la compresión del concreto, pretendiendo conservarla y de este modo dando valor al aditivo PET, ya que así no afecta a la propiedad característica del concreto (resistencia a la compresión) y apoyándonos de otros estudios si ayuda a mejorar otras propiedades como la resistencia a la flexión, dándole valor a este tipo de aditivo.

## **1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos**

### **1.2.1. Problema general**

¿Se conservará la resistencia a la compresión del concreto  $F'_{C}= 210$  kg/cm<sup>2</sup> si se le incorpora el aditivo tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, en la ciudad de Huánuco - 2022?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál será el porcentaje máximo de aditivos de tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa que se puede incorporar al concreto  $F'_{C}= 210$  kg/cm<sup>2</sup> sin alterar la resistencia a la compresión en la ciudad de Huánuco - 2022?
- ¿Cómo es el comportamiento del concreto  $F'_{C}= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con aditivos PET rugoso en comparación con el concreto  $F'_{C}= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con aditivo PET liso?

## **1.3. Formulación de objetivos generales y específicos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la variación de las resistencias a la compresión del concreto  $F'_{C}=210$ kg/cm<sup>2</sup> incorporando aditivos tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, en la ciudad de Huánuco - 2022.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar el porcentaje máximo de aditivos de tereftalato de polietileno (PET) rugoso que se puede incorporar al concreto  $F'_{C}=210$ kg/cm<sup>2</sup> sin alterar la resistencia, en la ciudad de Huánuco - 2022.
- Determinar el comportamiento del concreto  $F'_{C}= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con aditivos PET rugoso en comparación con el concreto  $F'_{C}= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con aditivo PET liso.

#### **1.4. Justificación**

En el planeta, cada día existe más producción, consumo y por ende desechos PET, que durante muchos años la humanidad ha tratado de reciclarlos de diversas formas para disminuir la contaminación que se genera, una de las formas de reciclarlos es a través de la inserción en la elaboración del concreto, como un aditivo, que ayude a mejorar las propiedades de la misma; según diversos estudios realizados, al añadir los residuos PET, mejorar ciertas propiedades en el concreto, como la flexión, pero por otra parte disminuye las propiedades de compresión (la cual es su característica o ventaja principal), por ende este estudio se enfoca en tratar de no alterar las propiedades de compresión del concreto PET, incorporando el aditivo PET que tengan un rugosidad.

A pesar de que el aditivo PET aporta beneficios al concreto también traen inconvenientes, es por esa razón que hasta la fecha no es usado para incorporarlo al concreto estructural. Los diversos estudios realizados solo muestran que el aditivo PET es beneficioso para el concreto en cantidades mínimas, y elaborados cuidadosamente para obtener una mezcla lo más homogénea posible, la finalidad de este proyecto es comprobar con un aditivo PET en forma rugosa la resistencia a la compresión del concreto no varía, haciendo que no exista temor de usarlos por los otros beneficios encontrados que aporta. y que este aditivo sea un practica más común en la construcción, puesto que los desechos PET abundan hoy en día.

#### **1.4.1. Justificación Teórica**

En el desarrollo de la investigación se busca obtener como aporte el porcentaje máximo de aditivo PET rugoso que nos permitan mantener la resistencia del concreto  $F'C=210\text{kg/cm}^2$  y comparar con el diseño de concreto con aditivos PET convencional o Liso y con el diseño general o sin aditivo.

#### **1.4.2. Justificación Práctica**

Los valores porcentuales del aditivo PET que mantengan la resistencia del concreto  $F'C=210\text{kg/cm}^2$ , serán un aporte como un antecedente positivo para encaminar futuras investigaciones con agregados que provengan de otras canteras o también como adición de otros aditivos reciclables, en la ciudad de Huánuco o a nivel nacional. Por otro lado, también se pretende en la investigación dar un buen uso los aditivos PET acoplados al concreto por ser proveniente de material reciclado.

#### **1.4.3. Justificación Metodológico**

La ejecución de la investigación cumple con todos los procedimientos metodológicos emanadas en el reglamento de grados y títulos de la UNHEVAL, así como también los ensayos, diseños y pruebas respetan el procedimiento de la Norma Técnica Peruana y el Manual de ensayo de Materiales.

### 1.5. Limitaciones

Dentro de las limitaciones para desarrollar el presente estudio puede considerarse lo siguiente:

- Dificultad en obtener las fibras de aditivos tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, pues esto se trabajará realizando los cortes y haciendo que el PET sea rugoso de forma manual.
- El recurso financiero limitado que restringiera la toma de muestra, por ende, los ensayos no serán tan exactos o no se podrá llegar a una conclusión generalizada.
- La investigación está enfocada meramente en la resistencia a la compresión del concreto, si bien se incluyen algunos conceptos de otras resistencias, como la flexión, estos son solamente para hacer un o comparación con a la resistencia a la compresión analizada.
- El tamaño de la muestra es a un nivel de estudio es de tipo micro según la amplitud, puesto que las muestras para los ensayos son limitados obteniéndose solo conclusiones específicas y no generalizadas.
- Los ensayos son únicamente elaborados con materiales para realizar un concreto normal 210 kg/cm<sup>2</sup>, esto para analizar el comportamiento con el aditivo tereftalato de polietileno (PET).

## **1.6. Formulación de hipótesis generales y específicos**

### **1.6.1. Hipótesis General.**

La resistencia del concreto  $F'C=210\text{kg/cm}^2$  se conserva, incorporando aditivos de tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, en la ciudad de Huánuco - 2022.

### **1.6.2. Hipótesis Específica.**

- El porcentaje máximo de aditivos de tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa que se puede incorporar al concreto  $F'C= 210 \text{ kg/cm}^2$  sin alterar la resistencia a la compresión es menor al 5%, en la ciudad de Huánuco – 2022.
- El concreto  $F'C= 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivos PET rugoso tienen un mejor comportamiento en comparación con el concreto  $F'C= 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo PET liso

### **1.6.3. Hipótesis Nula.**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  diseñado.

### **1.6.4. Hipótesis Alterna.**

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

## 1.7. Variables

### 1.7.1. Variable independiente

Aditivos de tereftalato de polietileno (PET) rugoso

### 1.7.2. Variable dependiente

Resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

### 1.7.3. Variable interviniente

Relación a/c, slump, módulo de finesa, porcentaje de aire incorporado.

## 1.8. Definición teórica y operacionalización de variables

Dentro de la viabilidad de la presente investigación se consideran lo siguientes:

- **Aditivos de tereftalato de polietileno (PET) rugoso.** Polietileno Tereftalato, es un tipo de plástico o polímero que se usa para la fabricación de envases para bebidas, son ligeros, transparentes, brillantes y con alta resistencia al impacto.
- **Resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.** Es la medida que ofrece datos de cuanto resiste el concreto aplicando una determinada fuerza, con determinados parámetros de fabricación y medidas del espécimen.
- **Diseño de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .** Son las proporciones de cada uno de los materiales que determinan la resistencia requerida de diseño.

**Tabla 1***Cuadro de operación de variables*

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Variable independiente: Aditivo PET rugoso	Polietileno Tereftalato, es un tipo de plástico o polímero que se usa para la fabricación de envases para bebidas, son ligeros, transparentes, brillantes y con alta resistencia al impacto.	Es la medida de la cantidad de aditivos PET rugoso que se puede adicionar a la mezcla de concreto sin disminuir las propiedades de compresión	cantidad de los aditivos PET rugosos	. Aditivos PET al 1% . Aditivos PET al 2% . Aditivos PET al 3% . Aditivos PET al 4% . Aditivos PET al 5%
Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	Es la medida que ofrece datos de cuanto resiste el concreto aplicando una determinada fuerza, con determinados parámetros de fabricación y medidas del espécimen.	Es la resistencia calculada al someter las probetas a los ensayos de compresión elaborados con concreto PET rugoso fabricado para un concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> ,	resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	Variación de la resistencia a la compresión en comparación con a la resistencia de un concreto convencional $F'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>
Variable interviniente: Diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	Son los parámetros que se tienen en cuenta en el diseño del concreto, como Slump, Relación agua cemento y módulo de fineza, porcentaje de aire incorporado.	Son los parámetros obtenidos en los ensayos con que se trabajaron en este diseño.	Parámetros básicos de diseño del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	. Relación a/c adimensional 0.54 . Slump 4" . Módulo de fineza A. grueso (6.77) y A. fino (3.77) . Porcentaje de aire incorporado (2.5%)

*Nota: elaboración propia.*

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. A nivel internacional**

Lugo et al (2019), en su investigación titulada “Caracterización del Comportamiento Mecánico del Concreto Simple con Adición de Fibras Poliméricas Recicladas PET”, realizó ensayos con a la compresión del concreto con cantidades de aditivos PET, por metro cubico (2kg-0.088%, 4kg-0.176% y 6 kg-0.264%), llegando a la conclusión de que con una cantidad de 2kg por m<sup>3</sup> o 0.088% de concreto el aditivo PET, mantiene la resistencia a la compresión del concreto.

Zambrano (2018), en su investigación titulada “Evaluación Preliminar del Polietileno Tereftalato (PET) Como Material Alternativo para la Construcción de Bordillos en Vías”, realiza ensayos a la compresión del concreto”, realizó ensayos a la compresión del concreto de 2100 PSI o 147kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente, añadiendo PET a un 5% y 10%, llegando a la conclusión de la resistencia a la compresión del concreto PET a un 5% se reduce en un 1.40% y a un 10% la resistencia se reduce a un 29.42%, enfatizando de que para bordillos de vías se puede usar en concreto con un 5% de aditivos PET, para no disminuir significativamente la resistencia a la compresión del concreto y estar aun dentro de su normativa.

Cobos et al (2021), en su investigación titulada “Estudio comparativo sobre el comportamiento mecánico del concreto con fibra de polietileno tereftalato (PET) reciclado y concreto con fibra de acero” realizo ensayos con fibras de concreto y fibras de acero al 0.5% y al 1%, llegando a la conclusión de que los mejores resultados se obtienen con una edición de 0.5% de fibras de acero, pues con ese porcentaje la resistencia a la compresión aumenta en comparación con un concreto sin fibras. También concluye en cuanto mayor es la adición de fibras PET, disminuye la resistencia del concreto.

### 2.1.2 A nivel Nacional

Léctor et al (2017), en su investigación titulada “Utilización de Materiales Plásticos de Reciclaje Como Adición en la Elaboración de Concreto en la Ciudad De Nuevo Chimbote” realizó ensayos en el concreto de  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  y  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ , con PET triturado al 5%, 10% y 15%, dichos aditivos PET llegando a las siguientes conclusiones: para el concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  reduce su resistencia al 21.42%, 34.25% y 48.49%. Con una adición de 5%, 10% y 15% respectivamente mientras para el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  reduce a un 14.61%, 32.28% y 48.28% con una adición de 5%, 10% y 15% respectivamente.

Cholán (2016), en su investigación titulada “Efecto de Tres Niveles de PET Reciclado como Reemplazo de Agregado Fino en la Resistencia a Compresión Axial del Concreto Convencional  $f'c 210\text{ kg/cm}^2$ ”, realiza ensayos del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  con Aditivos PET triturados al 5%, 10% y 15% concluyendo que la resistencia a la compresión axial disminuye cuanto mayor es la cantidad de PET adicionados, así tenemos que la resistencia a la compresión axial disminuye un 3.07% al adicionar PET en 5%, 7.53% al adicionar PET en 10% y 11.37% al adicionar PET en 15%.

Quentta (2019) en su investigación titulada “Efecto Del Reciclado De Las Fibras De Las Botellas PET En Las Propiedades Del Concreto Normal, Puno”, realizó ensayos a la compresión y flexión del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  adicionando fibras PET de medidas  $2\text{mm}\times 30\text{mm}$  en porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8%, concluyendo que la resistencia a la compresión del concreto con aditivos PET al 2% aumenta en un 2.6%, y al adicionar fibras PET en un 4% disminuye un 6.3%, pero superior al requerido de  $210\text{ kg/cm}^2$ , y como la resistencia a la flexión con un 4% de fibras PET aumenta en un 24%, como también se obtiene una óptima trabajabilidad. Cantidades por encima de este porcentaje las propiedades del concreto en flexión, compresión y trabajabilidad disminuyen, no siendo recomendables su uso.

### 2.1.3 A nivel Local.

Flores (2020) en su investigación titulada “Determinar la Resistencia a la Flexión que Alcanza el Concreto Reforzado con Fibras de Plástico PET Reciclado en los Pavimentos Rígidos en la Ciudad de Huánuco – 2019” realizó ensayos a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con 02 tipos de fibras: tipo A (fibra de 5mmx25mm) y tipo B (fibra de 5mmx50mm), en porcentajes de 0.05%, 0.1% y 0.15%, además se usó dos tipos de piedras chancada( de ½” y de ¾”), obteniendo resultados desfavorables resultados con una fibra PET tipo A indistintamente del tamaño de la piedra chancada y de la cantidad de fibras PET; pero para las fibras PET tipo B se obtuvieron resultados favorables con un porcentaje de 0.05% y 0.1%, pero resultados desfavorables para un porcentaje de 0.15%, siendo los resultados favorables los siguientes: para las fibras tipo B con piedras de ½” con PET al 0.05% la flexión aumenta en un 3.41% y para 0.1% la flexión aumenta en un 5.67%; y para fibras tipo B con piedras de ¾” con PET al 0.05% la flexión aumenta en un 2.13% y para 0.1% la flexión aumenta en un 10.56%; concluyendo finalmente que el porcentaje optimo favorable de aditivos de fibra PET al concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> es de 0.1%

Espinoza (2019), en su tesis titulado: “Utilización del Plástico PET Reciclado como Agregado Ligante para un Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente de Bajo Transito en la Ciudad de Huanuco-2018” realizando ensayos con briquetas realizados con mezcla en caliente de plástico PET al 20%, 22%, 24% y 26% y comparándolo con las briquetas realizadas con mezcla en caliente de cemento asfáltico, llegando a la conclusión que las briquetas con mezcla en caliente de plástico PET, se comporta de manera diferente a un asfalto tradicional, pues no presentan un comportamiento elástico, por ende no se pudo realizar los ensayos Marshall para calcular el contenido óptimo de material ligando, recomendando por ende que el PET se use para pavimento rígido y enfocar los estudios más por esa línea.

Rodríguez (2018), en su tesis titulado: “Influencia de la Textura del Tereftalato de Polietileno usado como Agregado, en la Resistencia del Concreto”, realizó ensayos a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con aditivos PET, con 03 tipos de texturas: T1(la textura esférica), T2 (la textura laminar) y T3(la textura mixta, esférica y laminar); llegando a los siguientes resultados. La textura esférica es la que menos resistencia alcanza al someterlo a compresión y la textura mixta es la que mayor resistencia alcanza al someterlo a compresión, pero con todas las texturas la resistencia baja con respecto a la muestra patrón que es el concreto sin aditivos PET, esta resistencia es la realizada a los 28 días. También la resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días va disminuyendo proporcionalmente al porcentaje de aditivos PET, independientemente de la textura con al que se trabaja. En cuanto al peso unitario del concreto va disminuyendo proporcionalmente al porcentaje de aditivos PET, independientemente de la textura con al que se trabaja. Finalmente, en sus conclusiones del autor la muestra adecuada es la muestra tipo T3 con un porcentaje de 10%, puesto que es la que mejores resultados a la compresión arrojo en comparación también con el peso unitario del concreto

## **2.2. Bases teóricas.**

### **2.2.1. El concreto diseñado con tereftalato de polietileno (PET).**

#### **2.2.1.1. Definición del aditivo PET.**

Viene a ser un material muy ligero, se caracteriza también por ser transparente y tener brillo, puede ser reciclable capaz de producir envases permitiendo reemplazar materiales como la PVC, actualmente es muy usado a nivel mundial ya que se usan como envases de refrescos y aguas de mesa y son desechados fácilmente para ser trasladados a los rellenos sanitarios. (Luis, 2008), este material es muy estudiado como un aditivo para el concreto, comprobándose que aporta ciertos beneficios, pero trayendo a la vez perjuicios para otras propiedades como es la compresión del concreto.

#### **2.2.1.2. Elaboración de mezclas de concreto con PET.**

La elaboración del concreto con aditivos PET tienen la finalidad de aplicar un método de reciclaje de los envases para la protección del medio ambiente. (Luis, 2008).

El concreto con PET se caracteriza por componerse de: Mortero (cemento y agua), arena, piedra chancada y PET. (Luis, 2008).

Los pasos para el diseño de concreto con aditivo PET son los siguientes:

- A. Elección de la resistencia, slump y contenido de aire atrapado. Esto basado en el tipo de concreto que se requiere.
- B. Elección de la relación de a/c (agua cemento). Basado en la resistencia requerida.
- C. Determinación de la cantidad de cemento y agua. Basado en las cantidades requeridas y tamaños máximo nominal del agregado
- D. Cálculo de la cantidad del aditivo PET por volumen de concreto. En base al peso total de un metro cúbico de concreto.
- E. Cálculo del contenido de agregado grueso. A partir del peso unitario seco compacto del agregado grueso y el módulo de fineza.
- F. Cálculo de volúmenes absolutos de agregado grueso, agua, aire, cemento y PET. Basado en 1m<sup>3</sup> de concreto.

- G. Cálculo de volumen absoluto de agregado fino. Luego de calcular la cantidad del resto de los materiales.
- H. Cálculo de las cantidades de los materiales. Volúmenes y pesos absolutos de todos los materiales.
- I. Corrección de agua de los agregados por humedad y absorción. Descontando la cantidad de agua aportado por la humedad y agregando la cantidad de agua absorbida.
- J. Cálculo final de los materiales por m<sup>3</sup> por peso y por bolsa de cemento. Cantidad final de todos los materiales para su aplicación.

### **2.2.1.3. Antecedentes del uso del PET como aditivo**

Existen muchos productos fabricados donde se adicionan el PET, uno de ellos son los ladrillos ecológicos fabricados por la empresa argentina, CORPORATIVA DE TRABAJO RECICAL que incorporan PET triturado a una mezcla de ladrillo de concreto, logrando ladrillos más livianos, aislantes y ecológicos.

Podemos mencionar también a las bancas de plaza ecológicas fabricadas con hormigón adicionando PET, elaborados por la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina y la empresa PROFERTIL

### **2.2.1.4. Curación del concreto.**

Es el paso mediante el cual se requiere mantener de forma permanente saturado al concreto hasta que el material endurecido sea capaz de alcanzar el reemplazo por productos de hidratación el cemento. La finalidad del curado es la de controlar la temperatura, evitar fisuras por contracción de la fragua hasta alcanzar la resistencia mínima capaz de soportar refuerzos inducidos por la contracción. (Harmsen, 2002).

Existen varias maneras de curar un concreto, las más conocidas son: curado por inmersión de agua, vapor de agua, materiales sellantes, rociadores, coberturas con materiales húmedos, entre otros. (Harmsen, 2002).

### **2.2.1.5. Resistencia a la compresión del concreto.**

Es la capacidad de resistencia del concreto frente a cargas por compresión, se realizan mediante ensayos de compresión con cilindros estándar de 6" x 12". Son fabricados en moldes de concreto, se mantienen por 24h y son retirados para ser curados por agua hasta una edad de 28 días, tiempo que debe lograr al menos el 100% de la resistencia requerida. (Harmsen, 2002).

El ensayo se realiza por medio de una prensa hidráulica cargada en un ritmo uniforme de 2.45kg/cm<sup>2</sup> por segundo, donde la resistencia final viene a ser el promedio de las resistencias obtenidas de al menos 3 cilindros. (Harmsen, 2002).

### **2.2.2. Propiedades del concreto con fibra PET.**

#### **2.2.2.1. Trabajabilidad.**

Viene a ser la capacidad del concreto que permite su compactación y colocación en su estado fresco en la partida deseada. El ensayo de la trabajabilidad se realiza a través de la prueba de slump con el equipo de cono de abrams basado en el factor de compactación, el concreto elaborado con PET es más trabajable si comparamos con un concreto sin PET. (Saucedo, 2021).

#### **2.2.2.2. Durabilidad.**

El concreto elaborado con PET es más resistente frente a las acciones del ácido como del cloruro comparados al concreto sin PET. La pérdida de resistencia frente a ataques de cloruros y ácidos siempre se comporta inferior a los límites aceptables para concretos en condiciones deterioradas, esto significa que los concretos con PET son más durables. (Saucedo, 2021).

#### **2.2.2.3. Permeabilidad.**

Es la capacidad de penetrar agua en su interior a mayor profundidad. El concreto elaborado con PET es más permeable que un concreto sin PET, el grado de permeabilidad del concreto con PET es proporcional al porcentaje de diseño; es decir, un concreto es más permeable cuanto más porcentaje PET tenga. (Saucedo, 2021).

#### **2.2.2.4. Absorción.**

Un concreto elaborado con fibras PET restringe la propagación del agua en el interior del concreto, esto hace que reduzca la capacidad de absorción del concreto; en conclusión, un concreto con PET tiene menor capacidad de absorción que el sin PET. (Saucedo, 2021).

#### **2.2.2.5. Temperatura.**

El concreto con PET antes los efectos de alta temperatura tienden a alterar las pequeñas estructuras internas de un concreto, esto provoca un cambio de sus propiedades del mismo PET porque ante los efectos de altas temperaturas como el fuego se degrada el material y aumentan los volúmenes de los poros del concreto. (Saucedo, 2021).

#### **2.2.2.6. Resistencia a la compresión.**

Las muestras de concreto con PET se caracterizan por disminuir su resistencia del concreto frente a pruebas de compresión, también reduce su densidad del concreto. (Saucedo, 2021).

#### **2.2.2.7. Módulo de elasticidad.**

El módulo de elasticidad del concreto elaborado con fibras PET es de consideración menor a los de los agregados como la piedra chancada y la arena gruesas; por tanto, un concreto con PET reduce bastante su módulo de elasticidad con respecto a un concreto sin PET. (Saucedo, 2021).

### **2.2.3. Agregados.**

Los agregados son aquellos componentes del concreto que se caracterizan por ocupar el 70% al 75% del volumen total. El agregado es un componente principal ya que cuanto mayor sea la densidad mejor es la resistencia del concreto, así como también reduce las cantidades de cemento obteniendo mejores resultados. Para su buena calidad es necesaria que esté libre de materia orgánica como de limos y arcillas, materiales que impiden la correcta unión de las partículas de agregados con el mortero (agua y cemento). Por otro lado, es menester mencionar la buena gradación de sus granos de los agregados, durabilidad, resistencia al desgaste y a las acciones de la intemperie. (Nilson, 2001)

Los agregados son clasificados en finos y gruesos, siendo los agregados gruesos la piedra chancada y las arenas son los finos (material pasante por el tamiz #4), para su mejor distribución y calidad de los agregados se selecciona mediante zarandeo en dos o tres grupos de distintos tamaños en los agregados finos y varios grupos de tamaños máximos en cuanto a los agregados gruesos; estas conformaciones de grupos nos permiten una mejor combinación de acuerdo a las tablas de gradación y así buscar un agregado de mayor densidad. (Nilson, 2001)

#### **2.2.3.1. Agregado fino.**

También conocido como arena, viene a ser el material pasante por el tamiz #4 y retenido en la #200. Uno de los requisitos fundamentales para ser un agregado de calidad es de ser un material fuerte, limpio, durable y libre de impurezas orgánicas. Un requisito normativo es que los valores de limos y arcillas deben estar por debajo del 5% y el 1.5% máximo de material orgánico. Su curva de gradación deberá ser para el uso “Arena gruesa” cuyos valores se pueden encontrar en la norma ASTM-C-33-99a. (Harmsen, 2002).

La siguiente tabla muestra los requerimientos de gradación que tiene el agregado fino.

**Tabla 2**

*Requisitos de granulometría para la arena gruesa*

Gradación: Arena gruesa	
Tamiz	% peso que pasa
3/8"	100
#4	95 a 100
#8	80 a 100
#16	50 a 85
#30	25 a 60
#50	10 a 30
#100	2 a 10

*Nota:* Tomado de la norma ASTM-C-33-99a.

### **2.2.3.2. Agregado grueso.**

También conocido como piedra chancada, viene a ser un conjunto de materiales rocosos de tipo granito, sienítico o diorítico, son usados normalmente en las plantas de chancadoras o máquinas trituradoras. (Harmsen, 2002)

Uno de los requisitos necesarios es que deben contener materiales menores a 5% de arcillas y también material orgánico menores a 1.5%. Para que un material sea de buena calidad es necesario que el tamaño máximo de la piedra menores al 20% de distancia de las paredes del enconfrado, menores al 75% de distancia entre armaduras y menores al 33% de distancia entre el espesor de las losas. (Harmsen, 2002).

**Tabla 3***Requisitos de granulometría para el agregado grueso*

Tamiz	# 56		# 57		# 67	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
4"	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3 1/2"	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3"	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2 1/2"	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2"	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1"	90.0	100.0	95.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	40.0	85.0	65.0	85.0	100.0	100.0
1/2"	10.0	40.0	25.0	60.0	100.0	100.0
3/8"	0.0	15.0	18.0	44.0	90.0	100.0
N° 4	0.0	5.0	0.0	10.0	20.0	55.0
N° 8	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	30.0
N° 16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
N° 30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
N° 50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
N° 100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N° 200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

*Nota: Tomada de la norma ASTM-C-33-99a.***2.2.4. El cemento.**

Es el derivado del Clinker calcinado y pulverizado combinados con materiales como la caliza y arcillas. Su composición son los silicatos, aluminatos y algunos componentes en menor cantidad como el óxido de magnesio, titanio, manganeso, potasio y sodio. (Harmsen, 2002)

Los tipos de cemento son los siguientes:

- Tipo I. sin propiedades especiales o de uso general.
- Tipo II. Calor de hidratación moderada y resistencia alguna a sulfatos
- Tipo III. Calor de hidratación elevada y resistencia temprana.
- Tipo IV. Calor de hidratación baja.
- Tipo V. resistencia alta frente a sulfatos.

También existen otras variedades de cemento como los conocidos como adicionados donde están compuestos por puzolanas y escorias, esto hace que el comportamiento del concreto sea modificado. Entre los cementos adicionados tenemos:

- Tipo IS. Cemento con adición de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{3}{4}$  de escoria en peso.
- Tipo ISM. Cemento adicionado el  $\frac{1}{4}$  de peso de escoria.
- Tipo IP. Cemento adicionado de 15% al 40% de puzonala en peso.
- Tipo IPM. Cemento con 15% de peso añadido de puzolana.

#### **2.2.5. Aditivos del concreto.**

Son sustancias o insumos que alteran las propiedades del concreto en su estado fresco como endurecido. Según su naturaleza existen aditivos minerales y químicos. (Harmsen, 2002).

Los aditivos muy comunes o comerciales son los plastificantes, superplastificantes, controladores de fragua, reductores de aire y otros. (Harmsen, 2002).

#### **2.2.6. parámetros del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ considerados en el presente proyecto**

##### **1.- La resistencia requerida es y asentamiento:**

$$F'_{cr} = f'_c + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\text{Slump} = 4''$$

Se usa esta resistencia requerida según ACI, como dato por defecto por no contar con antecedentes de ensayos realizados con anterioridad para este diseño.

## 2.- Relación de agua y cemento a/c:

Esto se calcula en base a la tabla de ACI.211, tabla de relación a/c.

**Tabla 4**

*Resistencia a 28 días vs relación a/c*

f'c a 28d (kg/cm2)	Relación a/c en peso	
	Sin aire incorporado	Sin aire incorporado
450	0.38	-
400	0.42	-
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

*Nota: tomada del diseño ACI.211*

De acuerdo al cuadro anterior se usa el valor de 0.54 para nuestro diseño.

## 3.- Cálculo de agua y aire atrapado:

Se determina a partir del slump requerido y el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

**Tabla 5**

*Evolución de resistencias para el 5% de PET*

Slump	Tamaño máximo nominal de agregado					
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154
3" a 4"	228	216	205	193	181	169
6" a 7"	243	228	216	202	190	178
% de aire	3	2.5	2	1.5	1	0.5

*Nota: tomada del diseño ACI.211*

De acuerdo a la tabla se elige como nuestro diseño la cantidad de 216L de agua y 2.5% de aire para nuestro diseño.

#### 4.- Cálculo de cemento:

Como la relación agua/cemento es 0.54, encontrando la cantidad de 400kg de cemento (9.41 bolsas), para nuestro diseño

#### 5.- Adiciones PET:

Se usó la cantidad de 1% al 5% de PET liso y lo mismo para el PET rugoso, siendo esto calculado en base al peso de cemento.

#### 6.- Cálculo de agregados:

Se calcula a partir del módulo de fineza del agregado fino y el tamaño máximo del agregado grueso.

Se calcula a partir del módulo de fineza del agregado fino y el tamaño máximo del agregado grueso, en este caso se tiene los siguientes módulos de fineza

Módulo de fineza del agregado grueso = 6.77

Módulo de fineza del agregado fino = 3.77

Por tanto, se trabajó con un volumen de agregado grueso de 0.53 multiplicado por el peso unitario seco compacto grueso.

**Tabla 6**

*Volumen del agregado grueso según MF*

TMN A.G.	Volumen de A.G. seco y compacto vs M.F. del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72

*Nota: tomada del diseño ACI.211*

En base a esa tabla se encontró el valor del agregado grueso y se calculó en base a los volúmenes absolutos el agregado fino.

## **7.- Correcciones:**

se hizo la corrección final de agua por absorción y humedad de los agregados

## **8. Diseño final:**

Se calcularon los valores finales en peso y volumen para cada uno de los diseños siendo estos sin PET, con PET liso y PET rugoso.

### **2.3. Bases conceptuales**

#### **2.3.2. Concreto.**

Material monolítico obtenido de la mezcla endurecida del cemento, agregados, cemento, aditivos y agua. (Harmsen, 2002).

#### **2.3.3. Fibra PET.**

Son filamentos de plástico reciclado en forma alargada y delgada.

#### **2.3.4. Concreto con PET.**

Concreto diseñado con agregados, cemento, agua y aditivo reciclado PET. (Rodríguez, 2018).

#### **2.3.5. Resistencia a la compresión.**

Capacidad del concreto de responder frente a cargas o esfuerzos de compresión. (INACAL, 1999).

#### **2.3.6. Cemento.**

Es un conglomerante hidráulico proveniente de la caliza calcinada y el yeso, cuya combinación con el agua reaccionan y forman mezclas que fraguan y endurecen a causa de la reacción química llamado hidrólisis. (Bonafonte, 2007).

#### **2.3.7. Dosificación.**

Cuantificación controlada de los materiales en la elaboración del concreto.

#### **2.3.8. Diseño de mezcla.**

Es la cuantificación de los materiales de agregados, cemento, aditivos y agua. (ACI 211, 1999).

#### **2.4. Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas**

Para una tesis de tipo cuantitativo, propia de esta investigación, la base epistemológica posee su estructura dimensionada por el positivismo, siendo la de Durkheim lo que más se destaca; asimismo, también se estructura por el funcionalismo, lo cual destaca la de Mallinowski y Radcliffe – Brown. (Moncayo, 2019).

Las bases epistemológicas en el enfoque cuantitativo se proyectan a su historia, pues en sentido estricto se remontaría al procedimiento experimental que aplicaba Galileo en sus estudios de la gravedad, cuyo fundamento epistémico rescataría lo mejor o la sustancia más valiosa de la empírica griega (Conford, 1974).

Coello (2012), afirma que el modelo de la investigación cuantitativa (empírico-analítico) se sustenta en el idealismo subjetivo, como el positivismo, el neopositivismo (lógico y semántico) y el pragmatismo. Esta orientación de la investigación científica resulta la más utilizada en el área de las ciencias sociales, y en especial, de la esfera educativa. La posición filosófica epistemológica que sustenta este enfoque parte de identificar la naturaleza y la sociedad, por lo que se extiende con exclusividad al canon de las ciencias naturales y exactas al estudio de los fenómenos sociales.

#### **2.4.1. El positivismo.**

Es una base epistemológica de carácter híbrido donde se toma la atribución de combinar el racionalismo con el empirismo y la lógica inductiva con la deductiva, otros autores lo denominan como hipotético – deductivo, cuantitativo, racionalista y empírico analista. El positivismo se caracteriza por adaptarse a los criterios metodológicos, método físico y matemático, la razón explicada de la causal y su predicción. (Pérez, 2015)

En concordancia de nuestra investigación podemos explicar que la razón de la causal y predicción de la siguiente manera:

- Razón: adición de los aditivos PET en forma rugosa en diferentes porcentajes.
- Predicción: Conservación o disminución de la resistencia.

Por otro lado, también en cuanto a nuestra tesis se explica en la lógica inductiva, usando nuestros datos particulares para inducir resultados similares de los concretos aplicando otros tipos de PET de tipo rugosa.

#### **2.4.2. El Neopositivismo.**

Es una base epistemológica y filosófica del paradigma, se reconoce como ciencia al mencionar esta base debido a que tiene relación con la exploración, descripción y da explicación de los fenómenos que se presentan dentro de una ocurrencia. (Mercado & Pino, 2020)

En cuanto a la relación de nuestra investigación desde la base neopositivista, nos basamos en explicar los fenómenos presentados provocador por los aditivos PET en forma rugosa en nuestro concreto en cuanto a la resistencia y describir cada comportamiento.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. **Ámbito.**

El ámbito de aplicación es la incorporación del aditivo PET en el concreto en el Perú.

### 3.2. **Población**

Según Arias (2006), la población es un grupo de elementos determinados o infinitos que tienen cualidades similares, esto puede hacer extenso una investigación; sin embargo, se pueden limitar con el problema y objetivos de la tesis.

Dados esta cita, la población está conformada por la incorporación del aditivo PET en el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en el Perú.

### 3.3. **Muestra**

Según Arias (2006), la muestra viene a ser un subgrupo típico proveniente de una población. Por otro lado, para la presente investigación corresponde a un muestreo no probabilístico de tipo intencional por ser elegido bajo los juicios o criterios propios de la tesista. La muestra de la investigación es de no probabilística de tipo por conveniencia, esto es porque cumple con los criterios propios de la tesista.

De acuerdo al concepto mencionado, la muestra para la presente tesis la incorporación del aditivo PET en rugosa es el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Huánuco.

### **3.4. Nivel y tipo de estudio**

#### **3.4.1. Nivel**

Es nivel de la investigación es descriptiva, puesto que se describirá los conocimientos y conceptos que se tiene hasta la fecha relacionados con el concreto PET, además se sabrá como se comportará el concreto con diferentes porcentajes de aditivos PET rugoso, comparando este con el porcentaje de aditivo PET liso y también con el concreto sin PET, para verificar si la rugosidad ayuda a la adherencia con el concreto y mejora su resistencia a la compresión. Es decir, se sabrá el comportamiento de la variable dependiente, conociendo la variable independiente.

#### **3.4.2. Tipo**

La investigación realizada es de tipo aplicada según su finalidad, puesto que se aplicaron los ensayos para saber el comportamiento del concreto con diferentes porcentajes de aditivos PET rugoso para comparar la resistencia que se tiene con respecto a un concreto sin PET y con PET liso.

Según el alcance temporal es una investigación prospectiva, puesto que las muestras fueron diseñadas para conocer los resultados que estos arrojan con los diferentes porcentajes de PET rugosos.

Según la profundidad es de tipo descriptivo, puesto que se describieron y conocieron los resultados de la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , realizando muestras de concreto PET rugosos con diferentes porcentajes.

Según la amplitud la investigación es de tipo micro, puesto que los ensayos realizados son a una escala menor, donde las conclusiones obtenidas también son solo a pequeña escala.

Según las fuentes, la investigación es de tipo mixto, puesto que se obtuvieron fuentes primarias y secundarias, para describir el fenómeno a investigar.

Según el carácter, la investigación es cuantitativa, pues se trabajó con resultados dados en números y basados en cálculos, mediante los ensayos de compresión realizados a las probetas de concreto con PET rugoso, comparado con un concreto sin PET y un concreto con PET liso.

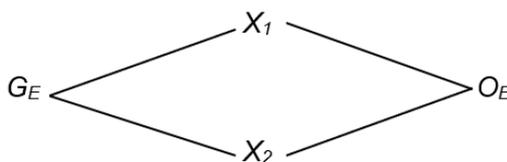
Según su naturaleza la investigación es de tipo cuasi experimental, puesto que las probetas realizadas se sometieron a los ensayos experimentales de compresión para saber los resultados que arrojan y así comprobar si la rugosidad de concreto PET ayuda a la adherencia y por ende mejora la resistencia a la compresión del concreto.

Por último, la investigación, según su aplicación es de laboratorio, puesto que se realizaron experimentos con las probetas de concreto normal y con PET liso y rugoso para obtener y comparar los resultados.

### 3.5. Diseño de investigación

Según Cortés (2004), La investigación es de tipo cuasi experimental, porque se realizan las pruebas de las muestras en el laboratorio en base a la manipulación de variables y observando su comportamiento con la elaboración de probetas de concreto sin PET y con aditivos PET liso y rugosos, y se realizan una comparación entre ellas para verificar si los aditivos PET rugosos permite mantener las resistencias con respecto al concreto sin PET y con el concreto PET liso.

El siguiente esquema muestra el diseño de la presente investigación.



Donde:

$G_E$ : Grupo experimental. Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

$O_E$ : Observación experimental. Resistencia a la compresión.

$X_1$  y  $X_2$ : Manipulación de variables. Diseños sin PET, con aditivo PET liso y PET rugoso

### 3.6. Métodos, técnicas e instrumentos

#### 3.6.1. Métodos

Según Ruiz (2007), el método de la tesis es inductivo puesto que los fenómenos particulares pueden afirmar características generales. Con la investigación de la adición del agregado PET rugoso se podrá estudiar sus resistencias de las diversas proporciones adicionados al concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y afirmar de forma genérica el comportamiento de las mismas frente al estudio, pero con agregados provenientes de otras canteras.

#### 3.6.2. Técnicas

Las técnicas e instrumentos para el desarrollo de la tesis son los siguientes:

- **Técnica documental.** Se refiere a los procedimientos de obtención de recursos o datos existentes como información relacionada a la investigación. (Ruiz, 2007).

La presente tesis usó la técnica realizando búsquedas bibliográficas referentes al tema investigado, como la resistencia a la compresión del concreto y el comportamiento de los aditivos de tereftalato de Polietileno (PET). Los instrumentos fueron: Libros o fichas bibliográficas, artículos o revistas, repositorios o fichas de información electrónica.

- **La observación.** Es aquella técnica capaz de almacenar información mediante la visualización. (Arias, 2006).

La presente tesis la observación se aplicaron en los trabajos de campo donde se observaron las características físicas de los agregados, así como también las características del aditivo PET rugoso, materiales para la ejecución de esta tesis. Los instrumentos son: las fichas de registro de campo y las vistas fotográficas.

- **Test o ensayo.** Corresponden a la técnica que permiten recolectar datos, son aplicados a un sector de la muestra que nos permiten medir de manera optimizada el comportamiento de las variables. (Ruiz, 2007).

En la tesis desarrollada esta técnica fue aplicada en los ensayos de laboratorio donde se estudiaron el comportamiento del concreto con la adición de los aditivos PET rugoso, los instrumentos de recolección de datos son los certificados firmados por el profesional responsable del laboratorio de todos los ensayos realizados.

- **Análisis documental.** Consisten en la interpretación, comparación y discriminación de los datos de los instrumentos. (Arias, 2006).

Para la presente tesis se estudiaron los datos obtenidos en los instrumentos provenientes de los ensayos en laboratorio, interpretando, comparando y discutiendo las resistencias de los diseños patrón, con la adición del PET rugoso. Los instrumentos son las fichas técnicas descritas en los cuadros comparativos presentados en los resultados.

### 3.6.3. Instrumentos

#### 1) *Instrumentos bibliográficos:*

Antecedentes de tesis internacionales nacionales y locales referentes al tema, además de libros, revista científicas y otras fuentes donde expliquen conceptos y avances realizados referentes al tema

#### 2) *Instrumentos de campo*

Hojas de cálculo para la resistencia a la compresión del concreto

#### 3) *Programa estadístico*

Hojas de Excel para realizar gráficos y tablas y obtener datos estadísticos que ayudaron a comprender los resultados obtenidos sobre el comportamiento del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con aditivos PET rugoso.

### **3.7. Validación y confiabilidad del instrumento**

Según Ñaupas (2014), la validación de los instrumentos está basado por la prueba piloto y el juicio de expertos. Por otro lado, la confiabilidad del instrumento es determinado por el test-retest.

Para nuestra tesis los datos obtenidos de los instrumentos fueron obtenidos por las pruebas piloto, que son los ensayos de laboratorio, estas pruebas respetan los procedimientos establecidos en la Norma Técnica Peruana y el Manual de ensayo de materiales, estas a la vez son validados por los expertos o profesionales autorizados en emanar dichas normas de los ensayos. Además, como el juicio de expertos, se están validando los resúmenes de los datos de nuestros instrumentos (ensayos de laboratorio) mediante la firma de tres ingenieros civiles con experiencia en Tecnología de Concreto, puesto que esto es una tesis experimental.

Por otro lado, para la confiabilidad de los instrumentos afirmo que los resultados obtenidos del laboratorio (test) como datos de nuestros instrumentos para la tesis pueden ser repetidas (retest) como verificación y siempre arrojarán los mismos resultados o muy similares. Asimismo, aplicando el concepto de confiabilidad se realizaron al menos 3 muestras de ensayos de prueba a la resistencia por compresión de cada diseño de los concretos sin PET, con PET liso y PET rugoso, teniendo como resultados valores similares.

### 3.8. Procedimiento

Previo al inicio del plan de investigación se recolectaron datos bibliográficos para realizar la verificación de estudios que relacionan o sean similares al tema a investigar, entre ellos se tuvo trabajos de investigación, monografías, libros, manuales, normas, etc.

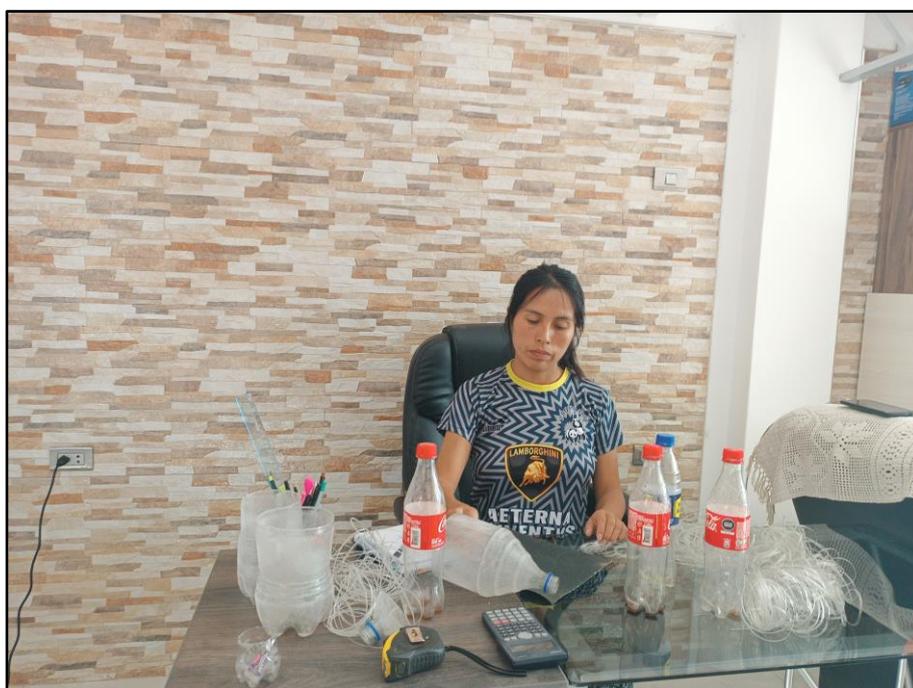
Luego de la elaboración del proyecto de tesis se realizaron la ejecución de la misma buscando alcanzar los objetivos propuestos inicialmente posterior a la aprobación resolutive de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la UNHEVAL. La ejecución tuvo los siguientes procedimientos.

#### 3.8.1. Fabricación del aditivo PET liso y rugoso.

Se obtuvo el material liso y rugoso del aditivo PET, provenientes de botellas de plástico reciclado. Se elaboraron láminas de 2mm x 40mm para los PET de tipo liso y también las mismas medidas de láminas del PET previo lijado de las botellas de plástico para los aditivos PET rugosa.

#### Figura 1

*Fabricación del aditivo PET*



*Nota: elaboración propia.*

### 3.8.2. Trabajos de campo.

Para la obtención de los agregados se almacenaron los en un costal plastificado y fueron trasladados al laboratorio, debidamente identificados.

#### Figura 2

*Recolección de la arena gruesa en cantera*



*Nota: elaboración propia.*

#### Figura 3

*Recolección de la piedra chancada en cantera*



*Nota: elaboración propia.*

### 3.8.3. Trabajos de laboratorio.

En la etapa de los ensayos se realizaron el cuarteo del material previo a los ensayos para su posterior diseño de mezcla.

**Figura 4**

*Cuarteo del agregado grueso*



*Nota: elaboración propia.*

**Figura 5**

*Cuarteo del agregado fino*



*Nota: elaboración propia.*

Los ensayos realizados fueron: pesos unitarios, peso específico, granulometría, absorción, contenido de húmedas y otros.

**Figura 6**

*Pesos unitarios del agregado grueso*



*Nota: elaboración propia*

**Figura 7**

*Pesos unitarios del agregado fino*



*Nota: elaboración propia*

**Figura 8**

*Ensayo de granulometría del agregado*



*Nota: elaboración propia*

**Figura 9**

*Ensayo de contenido de humedad*



*Nota: elaboración propia*

**Figura 10**

*Toma de datos en laboratorio*



*Nota: elaboración propia*

**Figura 11**

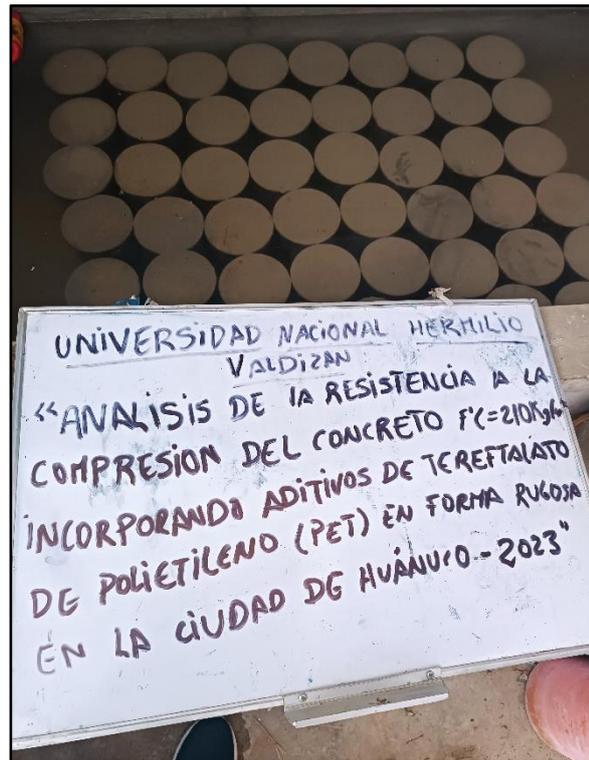
*Ensayo de absorción del agregado*



*Nota: elaboración propia*

Posterior a los ensayos se elaboraron las probetas para cada uno de los diseños y se curaron hasta cumplir las edades para las pruebas de resistencia a la compresión.

**Figura 12**  
Curado de probetas en laboratorio



*Nota: elaboración propia*

**Figura 13**

*Muestreo e identificación de los especímenes de concreto*



*Nota: elaboración propia*

Posterior al curado de las probetas se realizaron los ensayos de pruebas de resistencia a la compresión del concreto a edades de 7 días, 14 días y 28 días.

**Figura 14**

*Ensayo de resistencia a la compresión del concreto*



*Nota: elaboración propia*

**Figura 15**

*Probetas fracturadas luego de las pruebas*



*Nota: elaboración propia*

### **3.9. Tabulación y análisis de datos**

Posterior a la elaboración de los ensayos se aplicaron métodos técnicos y estadísticos para obtener los resultados que nos permitan probar experimental y estadísticamente las hipótesis propuestas inicialmente.

Como los ensayos corresponden al experimento y comparación del concreto adicionado el PET rugoso con los concretos sin PET y PET liso.

Para probar la hipótesis con métodos estadísticos se analizarán la normalidad de nuestros valores comparativos mediante los criterios de Shapiro Wilk, puesto que componen nuestras comparaciones de muestras menores a 50. Si es que nuestros valores cumplen con la normalidad se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student, caso contrario se usará la prueba no paramétrica de Chi cuadrado.

En los siguientes ítems se desarrollan estos análisis estadísticos.

### 3.9.1. Prueba de hipótesis para concretos con 1% de PET rugoso vs sin PET.

Para el siguiente análisis, se tiene los siguientes datos de entrada:

**Tabla 7**

Resistencias del concreto con 1% de PET rugoso y sin PET

<i>Muestra</i>	<i>D. pr</i> kg/cm <sup>2</sup>	<i>D. sp</i> kg/cm <sup>2</sup>	$x_D$ kg/cm <sup>2</sup>
1	321.00	323.10	-2.10
2	317.80	310.30	7.50
3	320.00	339.30	-19.30
		$\bar{x}_D$	-4.63

Donde:

*D. pr* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

*D. sp* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  sin PET

$x_D$  : Diferencias de las resistencias

*n* : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$  : Promedio de diferencias

Analizando las pruebas de normalidad de la diferencia de estas resistencias se tiene:

**Tabla 8**

Normalidad de datos del concreto con 1% de PET rugoso y sin PET

Prueba de normalidad según Shapiro Wilk			
Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Estadístico	gl	significante
$X_D$	.974	3	.690

*Nota: Tomado del software SSPS.*

Visto el valor estadístico de normalidad de datos equivalente de 0.974 mayor que la normalidad significativa de 0.690 según los criterios de Shapiro Wilk con un error de 0.05 y confiabilidad de 95%, se concluye que estos valores se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student.

Para la prueba de hipótesis con T de student se siguen los siguientes procedimientos:

**Primero: Proposición de la hipótesis**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.sp < 0$$

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.sp \geq 0$$

Donde:

$D.pr$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

$D.sp$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  sin PET

**Segundo: Nivel de confiabilidad y error.**

Significancia o error:  $\alpha = 0.05$

Confiabilidad:  $1 - \alpha = 0.95$  ó 95%

### Tercero: Prueba de la función.

Previa a la aplicación de la función de prueba se calculan los siguientes valores estadísticos necesarios:

**Tabla 9**

Datos estadísticos de los concretos con 1% de PET rugoso y sin PET

Diseño	Con PET rugoso	sin PET
# de muestras	$n_1: 3$	$n_2: 3$
Promedio	$\bar{X}_1: 319.6$	$\bar{X}_2: 324.2$
Media poblacional	$u_1: 0$	$u_2: 0$
desviación estándar	$S_1: 1.64$	$S_2: 14.53$
coeficiente de varianza	0.01	0.04
Varianza	$S_1^2: 2.68$	$S_2^2: 211.21$

Considerando los datos estadísticos con varianzas distintas se calcula el grado de libertad a través de la siguiente expresión:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} - 2$$

$$gl = 2$$

La prueba T tomada de la tabla de student es:

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.92$$

La prueba  $T_p$  (t de prueba) con dos varianzas distintas es:

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = -0.55$$

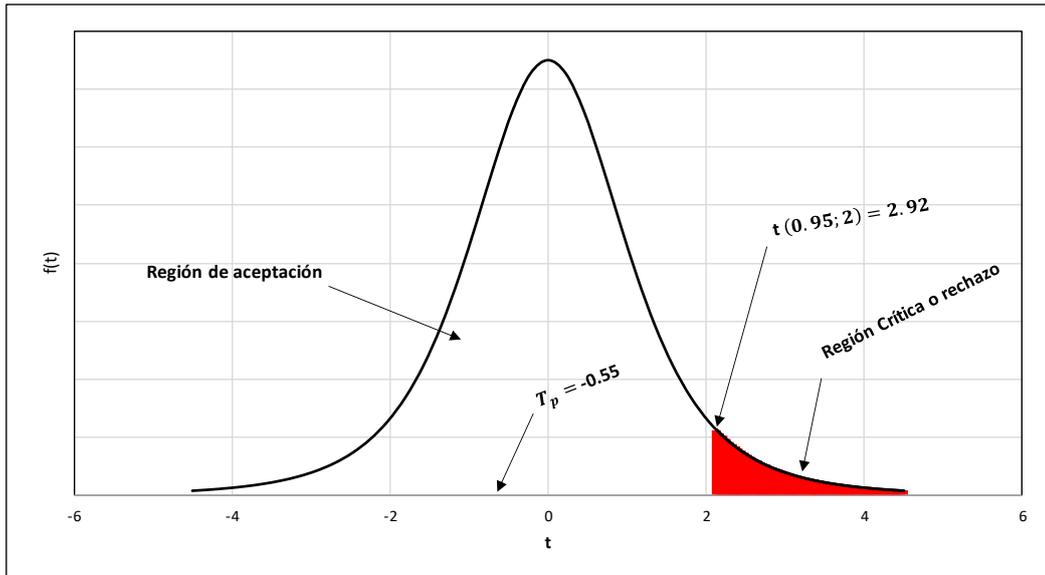
#### Cuarto: Región de prueba mediante la campana de Gauss.

Para las condiciones:

$$H_0: D.pr - D.sp < 0 \text{ y } H_1: D.pr - D.sp \geq 0$$

#### Figura 16

Región de prueba de los concretos con 1% de PET rugoso y sin PET



#### Quinto: Verificación y toma de decisión.

De la figura anterior se observa que:

$$t_p < t$$

Para una confiabilidad del 95% y significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

#### Sexto: Conclusión de prueba.

La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa en un 1%, no conserva la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con respecto al concreto sin PET.

### 3.9.2. Prueba de hipótesis para concretos con 2% de PET rugoso vs sin PET.

Para el siguiente análisis, se tiene los siguientes datos de entrada:

**Tabla 10**

Resistencias del concreto con 2% de PET rugoso y sin PET

<i>Muestra</i>	<i>D. pr</i> kg/cm <sup>2</sup>	<i>D. sp</i> kg/cm <sup>2</sup>	$x_D$ kg/cm <sup>2</sup>
1	306.30	323.10	-16.80
2	301.00	310.30	-9.30
3	304.90	339.30	-34.40
		$\bar{x}_D$	-20.17

Donde:

*D. pr* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

*D. sp* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  sin PET

$x_D$  : Diferencias de las resistencias

$n$  : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$  : Promedio de diferencias

Analizando las pruebas de normalidad de la diferencia de estas resistencias se tiene:

**Tabla 11**

Normalidad de datos del concreto con 2% de PET rugoso y sin PET

Prueba de normalidad según Shapiro Wilk			
Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Estadístico	gl	significante
$X_D$	.857	3	.260

*Nota: Tomado del software SSPS.*

Visto el valor estadístico de normalidad de datos equivalente de 0.857 mayor que la normalidad significativa de 0.260 según los criterios de Shapiro Wilk con un error de 0.05 y confiabilidad de 95%, se concluye que estos valores se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student.

Para la prueba de hipótesis con T de student se siguen los siguientes procedimientos:

**Primero: Proposición de la hipótesis**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.sp < 0$$

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.sp \geq 0$$

Donde:

$D.pr$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

$D.sp$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  sin PET

**Segundo: Nivel de confiabilidad y error.**

Significancia o error:  $\alpha = 0.05$

Confiabilidad:  $1 - \alpha = 0.95$  ó 95%

### Tercero: Prueba de la función.

Previa a la aplicación de la función de prueba se calculan los siguientes valores estadísticos necesarios:

**Tabla 12**

Datos estadísticos de los concretos con 2% de PET rugoso y sin PET

Diseño	Con PET rugoso	sin PET
# de muestras	$n_1: 3$	$n_2: 3$
Promedio	$\bar{X}_1: 304.1$	$\bar{X}_2: 324.2$
Media poblacional	$u_1: 0$	$u_2: 0$
desviación estándar	$S_1: 2.75$	$S_2: 14.53$
coeficiente de varianza	0.01	0.04
Varianza	$S_1^2: 7.54$	$S_2^2: 211.21$

Considerando los datos estadísticos con varianzas distintas se calcula el grado de libertad a través de la siguiente expresión:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} - 2$$

$$gl = 2$$

La prueba T tomada de la tabla de student es:

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.92$$

La prueba  $T_p$  (t de prueba) con dos varianzas distintas es:

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = -2.36$$

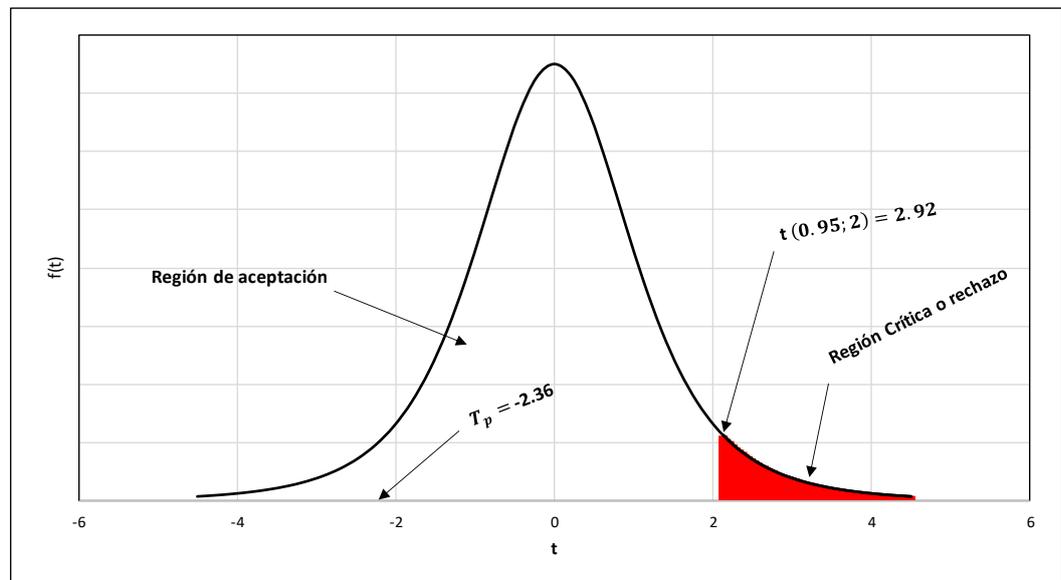
#### Cuarto: Región de prueba mediante la campana de Gauss.

Para las condiciones:

$$H_0: D.pr - D.sp < 0 \text{ y } H_1: D.pr - D.sp \geq 0$$

#### Figura 17

Región de prueba de los concretos con 2% de PET rugoso y sin PET



#### Quinto: Verificación y toma de decisión.

De la figura anterior se observa que:

$$t_p < t$$

Para una confiabilidad del 95% y significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

#### Sexto: Conclusión de prueba.

La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa en un 2%, no conserva la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con respecto al concreto sin PET.

### 3.9.3. Prueba de hipótesis para concretos con 3% de PET rugoso vs sin PET.

Para el siguiente análisis, se tiene los siguientes datos de entrada:

**Tabla 13**

Resistencias del concreto con 3% de PET rugoso y sin PET

<i>Muestra</i>	<i>D. pr</i> kg/cm <sup>2</sup>	<i>D. sp</i> kg/cm <sup>2</sup>	$x_D$ kg/cm <sup>2</sup>
1	277.20	323.10	-45.90
2	270.60	310.30	-39.70
3	280.70	339.30	-58.60
		$\bar{x}_D$	-48.07

Donde:

*D. pr* : Resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

*D. sp* : Resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sin PET

$x_D$  : Diferencias de las resistencias

$n$  : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$  : Promedio de diferencias

Analizando las pruebas de normalidad de la diferencia de estas resistencias se tiene:

**Tabla 14**

Normalidad de datos del concreto con 3% de PET rugoso y sin PET

Prueba de normalidad según Shapiro Wilk			
Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Estadístico	gl	significante
$X_D$	.962	3	.626

*Nota: Tomado del software SSPS.*

Visto el valor estadístico de normalidad de datos equivalente de 0.962 mayor que la normalidad significativa de 0.626 según los criterios de Shapiro Wilk con un error de 0.05 y confiabilidad de 95%, se concluye que estos valores se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student.

Para la prueba de hipótesis con T de student se siguen los siguientes procedimientos:

**Primero: Proposición de la hipótesis**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.sp < 0$$

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.sp \geq 0$$

Donde:

$D.pr$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

$D.sp$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  sin PET

**Segundo: Nivel de confiabilidad y error.**

Significancia o error:  $\alpha = 0.05$

Confiabilidad:  $1 - \alpha = 0.95$  ó 95%

### Tercero: Prueba de la función.

Previa a la aplicación de la función de prueba se calculan los siguientes valores estadísticos necesarios:

**Tabla 15**

Datos estadísticos de los concretos con 3% de PET rugoso y sin PET

Diseño	Con PET rugoso	sin PET
# de muestras	$n_1: 3$	$n_2: 3$
Promedio	$\bar{X}_1: 276.2$	$\bar{X}_2: 324.2$
Media poblacional	$u_1: 0$	$u_2: 0$
desviación estándar	$S_1: 5.13$	$S_2: 14.53$
coeficiente de varianza	0.02	0.04
Varianza	$S_1^2: 26.30$	$S_2^2: 211.21$

Considerando los datos estadísticos con varianzas distintas se calcula el grado de libertad a través de la siguiente expresión:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} - 2$$

$$gl = 3$$

La prueba T tomada de la tabla de student es:

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.92$$

La prueba  $T_p$  (t de prueba) con dos varianzas distintas es:

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = -5.40$$

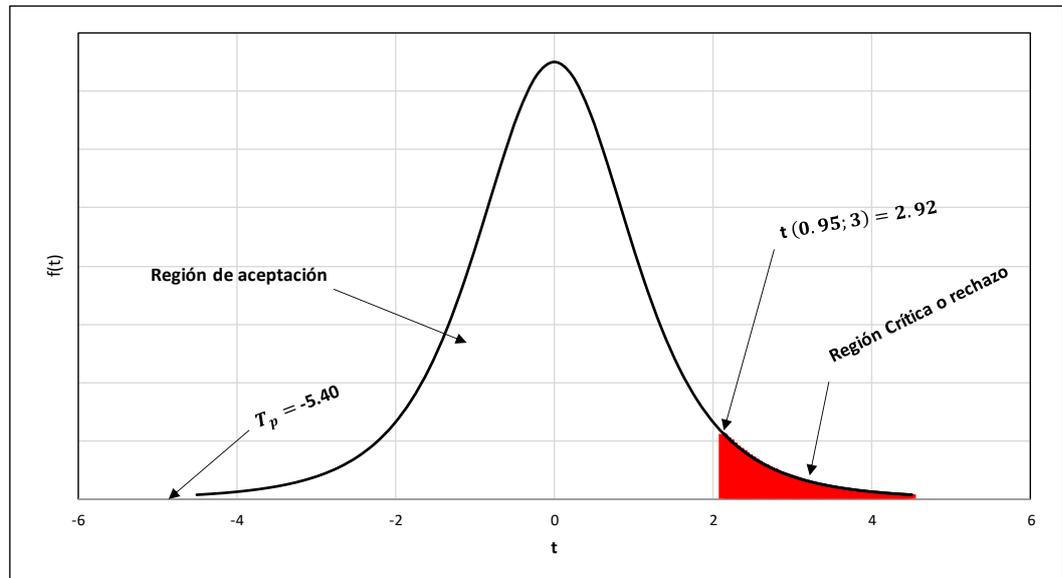
#### Cuarto: Región de prueba mediante la campana de Gauss.

Para las condiciones:

$$H_0: D.pr - D.sp < 0 \text{ y } H_1: D.pr - D.sp \geq 0$$

#### Figura 18

Región de prueba de los concretos con 3% de PET rugoso y sin PET



#### Quinto: Verificación y toma de decisión.

De la figura anterior se observa que:

$$t_p < t$$

Para una confiabilidad del 95% y significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

#### Sexto: Conclusión de prueba.

La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa en un 3%, no conserva la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con respecto al concreto sin PET.

### 3.9.4. Prueba de hipótesis para concretos con 4% de PET rugoso vs sin PET.

Para el siguiente análisis, se tiene los siguientes datos de entrada:

**Tabla 16**

Resistencias del concreto con 4% de PET rugoso y sin PET

<i>Muestra</i>	<i>D. pr</i> kg/cm <sup>2</sup>	<i>D. sp</i> kg/cm <sup>2</sup>	$x_D$ kg/cm <sup>2</sup>
1	285.30	323.10	-37.80
2	293.00	310.30	-17.30
3	288.60	339.30	-50.70
		$\bar{x}_D$	-35.27

Donde:

*D. pr* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

*D. sp* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  sin PET

$x_D$  : Diferencias de las resistencias

$n$  : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$  : Promedio de diferencias

Analizando las pruebas de normalidad de la diferencia de estas resistencias se tiene:

**Tabla 17**

Normalidad de datos del concreto con 4% de PET rugoso y sin PET

Prueba de normalidad según Shapiro Wilk			
Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Estadístico	gl	significante
$X_D$	.983	3	.751

*Nota: Tomado del software SSPS.*

Visto el valor estadístico de normalidad de datos equivalente de 0.983 mayor que la normalidad significativa de 0.751 según los criterios de Shapiro Wilk con un error de 0.05 y confiabilidad de 95%, se concluye que estos valores se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student.

Para la prueba de hipótesis con T de student se siguen los siguientes procedimientos:

**Primero: Proposición de la hipótesis**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.sp < 0$$

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.sp \geq 0$$

Donde:

$D.pr$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

$D.sp$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  sin PET

**Segundo: Nivel de confiabilidad y error.**

Significancia o error:  $\alpha = 0.05$

Confiabilidad:  $1 - \alpha = 0.95$  ó 95%

### Tercero: Prueba de la función.

Previa a la aplicación de la función de prueba se calculan los siguientes valores estadísticos necesarios:

**Tabla 18**

Datos estadísticos de los concretos con 4% de PET rugoso y sin PET

Diseño	Con PET rugoso	sin PET
# de muestras	$n_1: 3$	$n_2: 3$
Promedio	$\bar{X}_1: 289.0$	$\bar{X}_2: 324.2$
Media poblacional	$u_1: 0$	$u_2: 0$
desviación estándar	$S_1: 3.86$	$S_2: 14.53$
coeficiente de varianza	0.01	0.04
Varianza	$S_1^2: 14.92$	$S_2^2: 211.21$

Considerando los datos estadísticos con varianzas distintas se calcula el grado de libertad a través de la siguiente expresión:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} - 2$$

$$gl = 3$$

La prueba T tomada de la tabla de student es:

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.92$$

La prueba  $T_p$  (t de prueba) con dos varianzas distintas es:

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = -4.06$$

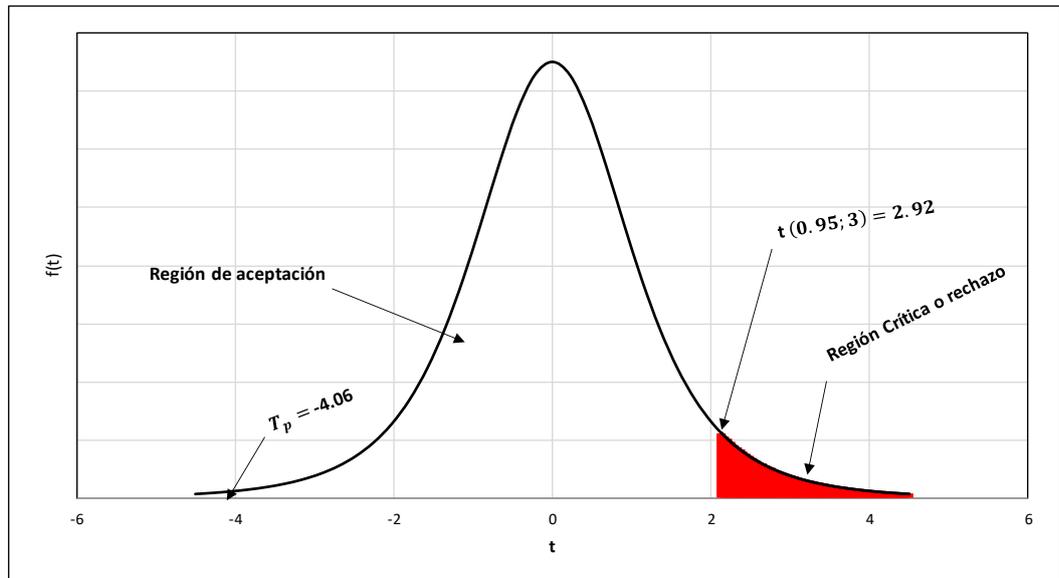
#### Cuarto: Región de prueba mediante la campana de Gauss.

Para las condiciones:

$$H_0: D.pr - D.sp < 0 \text{ y } H_1: D.pr - D.sp \geq 0$$

#### Figura 19

Región de prueba de los concretos con 4% de PET rugoso y sin PET



#### Quinto: Verificación y toma de decisión.

De la figura anterior se observa que:

$$t_p < t$$

Para una confiabilidad del 95% y significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

#### Sexto: Conclusión de prueba.

La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa en un 4%, no conserva la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con respecto al concreto sin PET.

### 3.9.5. Prueba de hipótesis para concretos con 5% de PET rugoso vs sin PET.

Para el siguiente análisis, se tiene los siguientes datos de entrada:

**Tabla 19**

Resistencias del concreto con 5% de PET rugoso y sin PET

<i>Muestra</i>	<i>D. pr</i> kg/cm <sup>2</sup>	<i>D. sp</i> kg/cm <sup>2</sup>	$x_D$ kg/cm <sup>2</sup>
1	237.20	323.10	-85.90
2	255.30	310.30	-55.00
3	244.80	339.30	-94.50
		$\bar{x}_D$	-78.47

Donde:

*D. pr* : Resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

*D. sp* : Resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sin PET

$x_D$  : Diferencias de las resistencias

$n$  : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$  : Promedio de diferencias

Analizando las pruebas de normalidad de la diferencia de estas resistencias se tiene:

**Tabla 20**

Normalidad de datos del concreto con 5% de PET rugoso y sin PET

Prueba de normalidad según Shapiro Wilk			
Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Estadístico	gl	significante
$X_D$	.904	3	.398

*Nota: Tomado del software SSPS.*

Visto el valor estadístico de normalidad de datos equivalente de 0.904 mayor que la normalidad significativa de 0.398 según los criterios de Shapiro Wilk con un error de 0.05 y confiabilidad de 95%, se concluye que estos valores se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student.

Para la prueba de hipótesis con T de student se siguen los siguientes procedimientos:

**Primero: Proposición de la hipótesis**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.sp < 0$$

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.sp \geq 0$$

Donde:

$D.pr$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

$D.sp$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  sin PET

**Segundo: Nivel de confiabilidad y error.**

Significancia o error:  $\alpha = 0.05$

Confiabilidad:  $1 - \alpha = 0.95$  ó 95%

### Tercero: Prueba de la función.

Previa a la aplicación de la función de prueba se calculan los siguientes valores estadísticos necesarios:

**Tabla 21**

Datos estadísticos de los concretos con 5% de PET rugoso y sin PET

Diseño	Con PET rugoso	sin PET
# de muestras	$n_1: 3$	$n_2: 3$
Promedio	$\bar{X}_1: 245.8$	$\bar{X}_2: 324.2$
Media poblacional	$u_1: 0$	$u_2: 0$
desviación estándar	$S_1: 9.09$	$S_2: 14.53$
coeficiente de varianza	0.04	0.04
Varianza	$S_1^2: 82.60$	$S_2^2: 211.21$

Considerando los datos estadísticos con varianzas distintas se calcula el grado de libertad a través de la siguiente expresión:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} - 2$$

$$gl = 5$$

La prueba T tomada de la tabla de student es:

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$$

La prueba  $T_p$  (t de prueba) con dos varianzas distintas es:

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = -7.93$$

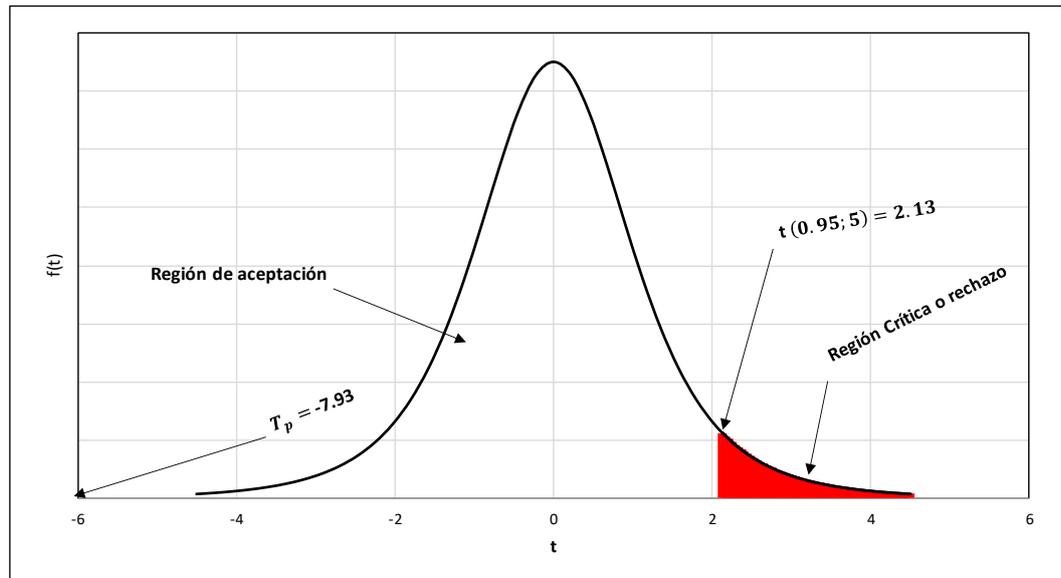
#### Cuarto: Región de prueba mediante la campana de Gauss.

Para las condiciones:

$$H_0: D.pr - D.sp < 0 \text{ y } H_1: D.pr - D.sp \geq 0$$

#### Figura 20

Región de prueba de los concretos con 5% de PET rugoso y sin PET



#### Quinto: Verificación y toma de decisión.

De la figura anterior se observa que:

$$t_p < t$$

Para una confiabilidad del 95% y significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

#### Sexto: Conclusión de prueba.

La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa en un 5%, no conserva la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con respecto al concreto sin PET.

### 3.9.6. Prueba de hipótesis para concretos con PET rugoso vs PET liso al 1%.

Para el siguiente análisis, se tiene los siguientes datos de entrada:

**Tabla 22**

Resistencias de concretos con PET rugoso y PET liso al 1%

<i>Muestra</i>	<i>D.pr</i> kg/cm <sup>2</sup>	<i>D.pl</i> kg/cm <sup>2</sup>	$x_D$ kg/cm <sup>2</sup>
1	321.00	263.40	57.60
2	317.80	266.50	51.30
3	320.00	278.70	41.30
		$\bar{x}_D$	50.07

Donde:

*D.pr* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

*D.pl* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET liso

$x_D$  : Diferencias de las resistencias

*n* : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$  : Promedio de diferencias

Analizando las pruebas de normalidad de la diferencia de estas resistencias se tiene:

**Tabla 23**

Normalidad de datos de concretos con PET rugoso y PET liso al 1%

Prueba de normalidad según Shapiro Wilk			
Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Estadístico	gl	significante
$X_D$	.983	3	.751

*Nota: Tomado del software SSPS.*

Visto el valor estadístico de normalidad de datos equivalente de 0.983 mayor que la normalidad significativa de 0.751 según los criterios de Shapiro Wilk con un error de 0.05 y confiabilidad de 95%, se concluye que estos valores se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student.

Para la prueba de hipótesis con T de student se siguen los siguientes procedimientos:

**Primero: Proposición de la hipótesis**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.pl < 0$$

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.pl \geq 0$$

Donde:

$D.pr$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

$D.pl$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET liso

**Segundo: Nivel de confiabilidad y error.**

Significancia o error:  $\alpha = 0.05$

Confiabilidad:  $1 - \alpha = 0.95$  ó 95%

### Tercero: Prueba de la función.

Previa a la aplicación de la función de prueba se calculan los siguientes valores estadísticos necesarios:

**Tabla 24**

Datos estadísticos de concretos con PET rugoso y PET liso al 1%

Diseño	Con PET rugoso	Con PET liso
# de muestras	$n_1: 3$	$n_2: 3$
Promedio	$\bar{X}_1: 319.6$	$\bar{X}_2: 269.5$
Media poblacional	$u_1: 0$	$u_2: 0$
desviación estándar	$S_1: 1.64$	$S_2: 8.09$
coeficiente de varianza	0.01	0.03
Varianza	$S_1^2: 2.68$	$S_2^2: 65.42$

Considerando los datos estadísticos con varianzas distintas se calcula el grado de libertad a través de la siguiente expresión:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} - 2$$

$$gl = 2$$

La prueba T tomada de la tabla de student es:

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.92$$

La prueba  $T_p$  (t de prueba) con dos varianzas distintas es:

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = 10.51$$

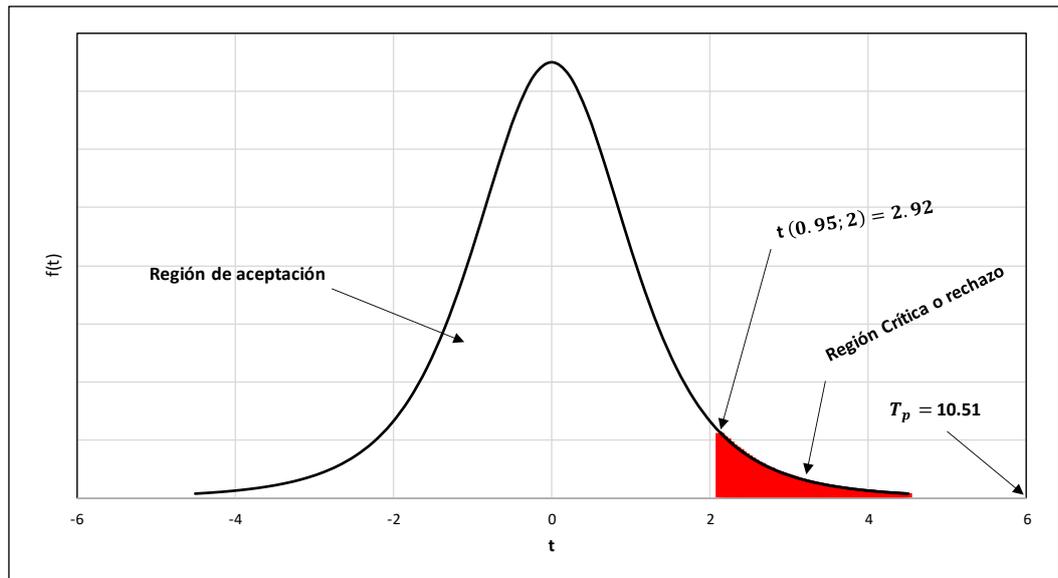
#### Cuarto: Región de prueba mediante la campana de Gauss.

Para las condiciones:

$$H_0: D.pr - D.pl < 0 \text{ y } H_1: D.pr - D.pl \geq 0$$

**Figura 21**

*Región de prueba de concretos con PET rugoso y PET liso al 1%*



#### Quinto: Verificación y toma de decisión.

De la figura anterior se observa que:

$$t_p > t$$

Para una confiabilidad del 95% y significancia de 0.05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se toma la alterna  $H_1$ .

#### Sexto: Conclusión de prueba.

La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, conserva la resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con respecto al concreto con PET liso para las proporciones del 1%.

### 3.9.7. Prueba de hipótesis para concretos con PET rugoso vs PET liso al 2%.

Para el siguiente análisis, se tiene los siguientes datos de entrada:

**Tabla 25**

Resistencias de concretos con PET rugoso y PET liso al 2%

<i>Muestra</i>	<i>D.pr</i> kg/cm2	<i>D.pl</i> kg/cm2	$x_D$ kg/cm2
1	306.30	299.60	6.70
2	301.00	307.10	-6.10
3	304.90	303.40	1.50
		$\bar{x}_D$	0.70

Donde:

- D.pr* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso
- D.pl* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET liso
- $x_D$  : Diferencias de las resistencias
- n* : Cantidad de muestras
- $\bar{x}_D$  : Promedio de diferencias

Analizando las pruebas de normalidad de la diferencia de estas resistencias se tiene:

**Tabla 26**

Normalidad de datos de concretos con PET rugoso y PET liso al 2%

Prueba de normalidad según Shapiro Wilk			
Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Estadístico	gl	significante
$X_D$	.988	3	.794

*Nota: Tomado del software SSPS.*

Visto el valor estadístico de normalidad de datos equivalente de 0.988 mayor que la normalidad significativa de 0.794 según los criterios de Shapiro Wilk con un error de 0.05 y confiabilidad de 95%, se concluye que estos valores se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student.

Para la prueba de hipótesis con T de student se siguen los siguientes procedimientos:

**Primero: Proposición de la hipótesis**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.pl < 0$$

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.pl \geq 0$$

Donde:

$D.pr$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

$D.pl$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET liso

**Segundo: Nivel de confiabilidad y error.**

Significancia o error:  $\alpha = 0.05$

Confiabilidad:  $1 - \alpha = 0.95$  ó 95%

### Tercero: Prueba de la función.

Previa a la aplicación de la función de prueba se calculan los siguientes valores estadísticos necesarios:

**Tabla 27**

Datos estadísticos de concretos con PET rugoso y PET liso al 2%

Diseño	Con PET rugoso	Con PET liso
# de muestras	$n_1: 3$	$n_2: 3$
Promedio	$\bar{X}_1: 304.1$	$\bar{X}_2: 303.4$
Media poblacional	$u_1: 0$	$u_2: 0$
desviación estándar	$S_1: 2.75$	$S_2: 3.75$
coeficiente de varianza	0.01	0.01
Varianza	$S_1^2: 7.54$	$S_2^2: 14.06$

Considerando los datos estadísticos con varianzas distintas se calcula el grado de libertad a través de la siguiente expresión:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} - 2$$

$$gl = 5$$

La prueba T tomada de la tabla de student es:

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.02$$

La prueba  $T_p$  (t de prueba) con dos varianzas distintas es:

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = 0.26$$

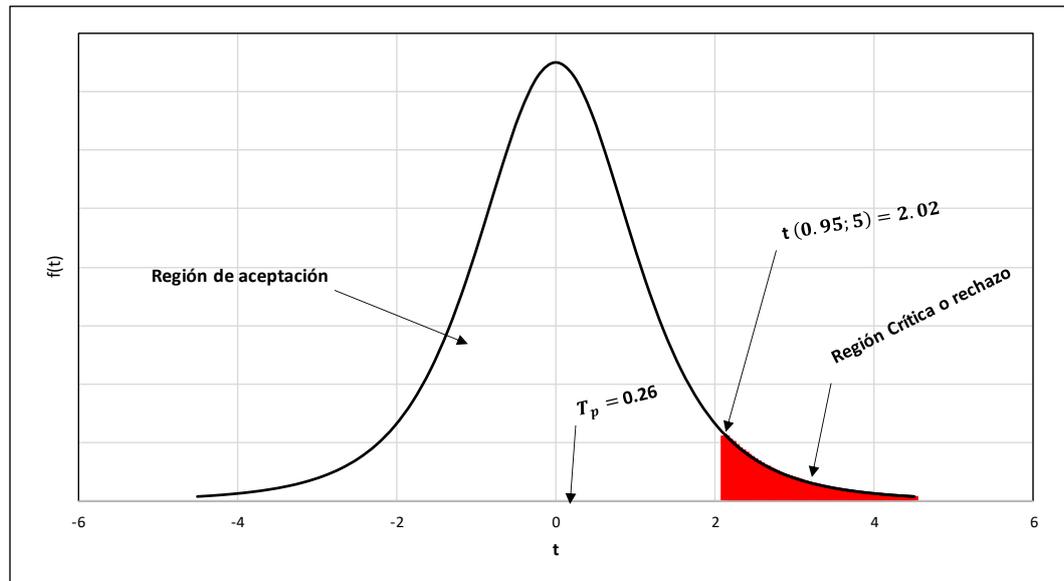
#### Cuarto: Región de prueba mediante la campana de Gauss.

Para las condiciones:

$$H_0: D.pr - D.pl < 0 \text{ y } H_1: D.pr - D.pl \geq 0$$

#### Figura 22

Región de prueba de concretos con PET rugoso y PET liso al 2%



#### Quinto: Verificación y toma de decisión.

De la figura anterior se observa que:

$$t_p > t$$

Para una confiabilidad del 95% y significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

#### Sexto: Conclusión de prueba.

La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, no conserva la resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con respecto al concreto con PET liso para las proporciones del 2%.

### 3.9.8. Prueba de hipótesis para concretos con PET rugoso vs PET liso al 3%.

Para el siguiente análisis, se tiene los siguientes datos de entrada:

**Tabla 28**

Resistencias de concretos con PET rugoso y PET liso al 3%

<i>Muestra</i>	<i>D.pr</i> kg/cm <sup>2</sup>	<i>D.pl</i> kg/cm <sup>2</sup>	$x_D$ kg/cm <sup>2</sup>
1	277.20	285.40	-8.20
2	270.60	272.50	-1.90
3	280.70	251.10	29.60
		$\bar{x}_D$	6.50

Donde:

*D.pr* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

*D.pl* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET liso

$x_D$  : Diferencias de las resistencias

*n* : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$  : Promedio de diferencias

Analizando las pruebas de normalidad de la diferencia de estas resistencias se tiene:

**Tabla 29**

Normalidad de datos de concretos con PET rugoso y PET liso al 3%

Prueba de normalidad según Shapiro Wilk			
Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Estadístico	gl	significante
$X_D$	.871	3	.298

*Nota: Tomado del software SSPS.*

Visto el valor estadístico de normalidad de datos equivalente de 0.871 mayor que la normalidad significativa de 0.298 según los criterios de Shapiro Wilk con un error de 0.05 y confiabilidad de 95%, se concluye que estos valores se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student.

Para la prueba de hipótesis con T de student se siguen los siguientes procedimientos:

**Primero: Proposición de la hipótesis**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.pl < 0$$

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.pl \geq 0$$

Donde:

$D.pr$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

$D.pl$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET liso

**Segundo: Nivel de confiabilidad y error.**

Significancia o error:  $\alpha = 0.05$

Confiabilidad:  $1 - \alpha = 0.95$  ó 95%

### Tercero: Prueba de la función.

Previa a la aplicación de la función de prueba se calculan los siguientes valores estadísticos necesarios:

**Tabla 30**

Datos estadísticos de concretos con PET rugoso y PET liso al 3%

Diseño	Con PET rugoso	Con PET liso
# de muestras	$n_1: 3$	$n_2: 3$
Promedio	$\bar{X}_1: 276.2$	$\bar{X}_2: 269.7$
Media poblacional	$u_1: 0$	$u_2: 0$
desviación estándar	$S_1: 5.13$	$S_2: 17.32$
coeficiente de varianza	0.02	0.06
Varianza	$S_1^2: 26.30$	$S_2^2: 300.14$

Considerando los datos estadísticos con varianzas distintas se calcula el grado de libertad a través de la siguiente expresión:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} - 2$$

$$gl = 3$$

La prueba T tomada de la tabla de student es:

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.92$$

La prueba  $T_p$  (t de prueba) con dos varianzas distintas es:

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = 0.62$$

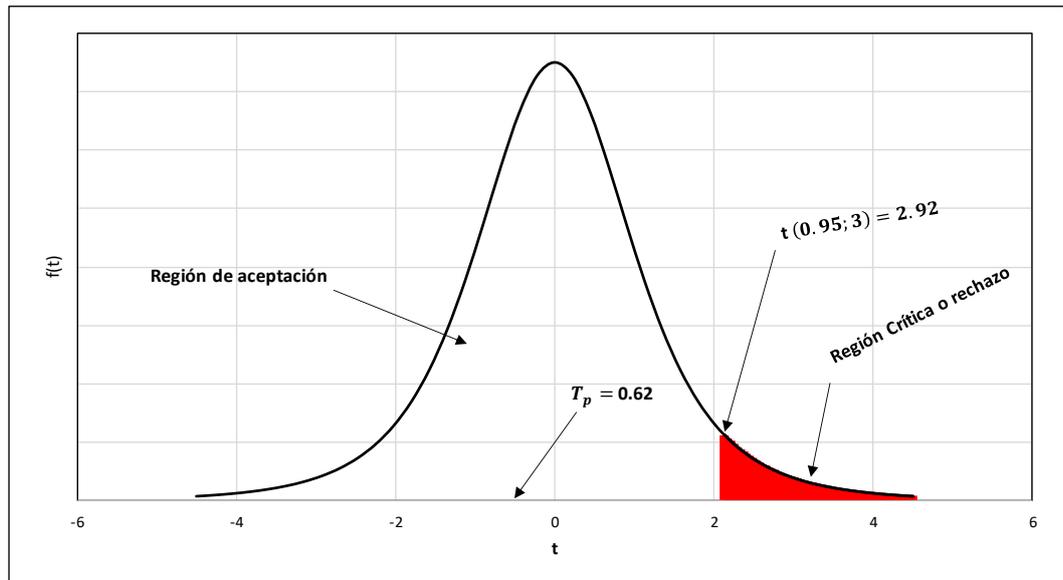
#### Cuarto: Región de prueba mediante la campana de Gauss.

Para las condiciones:

$$H_0: D.pr - D.pl < 0 \text{ y } H_1: D.pr - D.pl \geq 0$$

#### Figura 23

Región de prueba de concretos con PET rugoso y PET liso al 3%



#### Quinto: Verificación y toma de decisión.

De la figura anterior se observa que:

$$t_p < t$$

Para una confiabilidad del 95% y significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

#### Sexto: Conclusión de prueba.

La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, no conserva la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con respecto al concreto con PET liso para las proporciones del 3%.

### 3.9.9. Prueba de hipótesis para concretos con PET rugoso vs PET liso al 4%.

Para el siguiente análisis, se tiene los siguientes datos de entrada:

**Tabla 31**

Resistencias de concretos con PET rugoso y PET liso al 4%

<i>Muestra</i>	<i>D.pr</i> kg/cm <sup>2</sup>	<i>D.pl</i> kg/cm <sup>2</sup>	$x_D$ kg/cm <sup>2</sup>
1	285.30	222.70	62.60
2	293.00	227.40	65.60
3	288.60	215.70	72.90
		$\bar{x}_D$	67.03

Donde:

- D.pr* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso
- D.pl* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET liso
- $x_D$  : Diferencias de las resistencias
- n* : Cantidad de muestras
- $\bar{x}_D$  : Promedio de diferencias

Analizando las pruebas de normalidad de la diferencia de estas resistencias se tiene:

**Tabla 32**

Normalidad de datos de concretos con PET rugoso y PET liso al 4%

Prueba de normalidad según Shapiro Wilk			
Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Estadístico	gl	significante
$X_D$	.945	3	.548

*Nota: Tomado del software SSPS.*

Visto el valor estadístico de normalidad de datos equivalente de 0.945 mayor que la normalidad significativa de 0.548 según los criterios de Shapiro Wilk con un error de 0.05 y confiabilidad de 95%, se concluye que estos valores se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student.

Para la prueba de hipótesis con T de student se siguen los siguientes procedimientos:

**Primero: Proposición de la hipótesis**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.pl < 0$$

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.pl \geq 0$$

Donde:

$D.pr$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

$D.pl$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET liso

**Segundo: Nivel de confiabilidad y error.**

Significancia o error:  $\alpha = 0.05$

Confiabilidad:  $1 - \alpha = 0.95$  ó 95%

### Tercero: Prueba de la función.

Previa a la aplicación de la función de prueba se calculan los siguientes valores estadísticos necesarios:

**Tabla 33**

Datos estadísticos de concretos con PET rugoso y PET liso al 4%

Diseño	Con PET rugoso	Con PET liso
# de muestras	$n_1: 3$	$n_2: 3$
Promedio	$\bar{X}_1: 289.0$	$\bar{X}_2: 221.9$
Media poblacional	$u_1: 0$	$u_2: 0$
desviación estándar	$S_1: 3.86$	$S_2: 5.89$
coeficiente de varianza	0.01	0.03
Varianza	$S_1^2: 14.92$	$S_2^2: 34.66$

Considerando los datos estadísticos con varianzas distintas se calcula el grado de libertad a través de la siguiente expresión:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} - 2$$

$$gl = 5$$

La prueba T tomada de la tabla de student es:

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$$

La prueba  $T_p$  (t de prueba) con dos varianzas distintas es:

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = 16.49$$

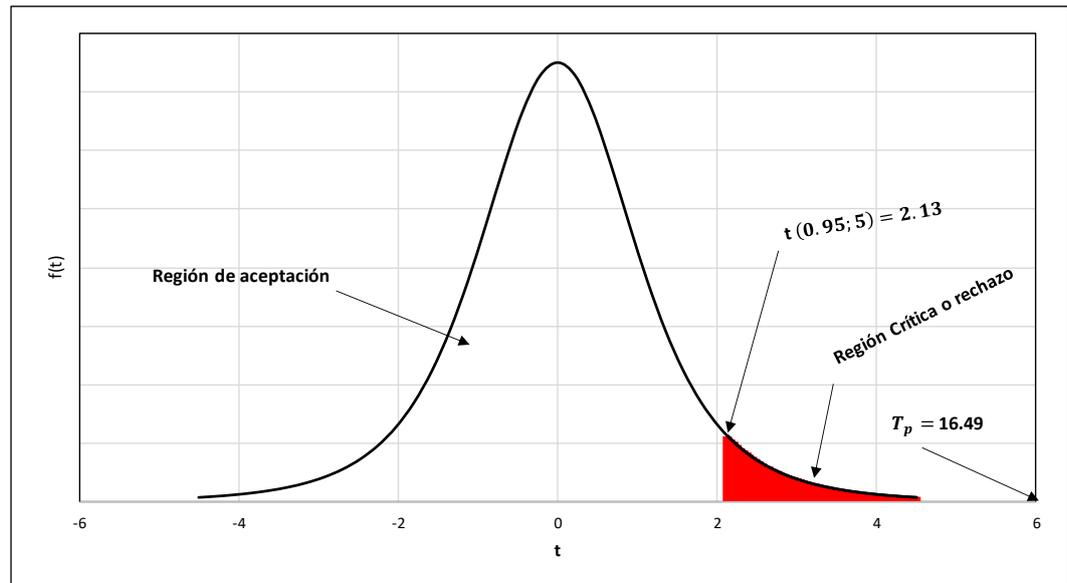
#### Cuarto: Región de prueba mediante la campana de Gauss.

Para las condiciones:

$$H_0: D.pr - D.pl < 0 \text{ y } H_1: D.pr - D.pl \geq 0$$

#### Figura 24

Región de prueba de concretos con PET rugoso y PET liso al 4%



#### Quinto: Verificación y toma de decisión.

De la figura anterior se observa que:

$$t_p > t$$

Para una confiabilidad del 95% y significancia de 0.05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se toma la alterna  $H_1$ .

#### Sexto: Conclusión de prueba.

La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, conserva la resistencia del concreto  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con respecto al concreto con PET liso para las proporciones del 4%.

### 3.9.10. Prueba de hipótesis para concretos con PET rugoso vs PET liso al 5%.

Para el siguiente análisis, se tiene los siguientes datos de entrada:

**Tabla 34**

Resistencias de concretos con PET rugoso y PET liso al 5%

<i>Muestra</i>	<i>D. pr</i> kg/cm <sup>2</sup>	<i>D. pl</i> kg/cm <sup>2</sup>	$x_D$ kg/cm <sup>2</sup>
1	237.20	182.00	55.20
2	255.30	194.00	61.30
3	244.80	188.80	56.00
		$\bar{x}_D$	57.50

Donde:

- D. pr* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso
- D. pl* : Resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con PET liso
- $x_D$  : Diferencias de las resistencias
- n* : Cantidad de muestras
- $\bar{x}_D$  : Promedio de diferencias

Analizando las pruebas de normalidad de la diferencia de estas resistencias se tiene:

**Tabla 35**

Normalidad de datos de concretos con PET rugoso y PET liso al 5%

Prueba de normalidad según Shapiro Wilk			
Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Estadístico	gl	significante
$X_D$	.846	3	.231

*Nota: Tomado del software SSPS.*

Visto el valor estadístico de normalidad de datos equivalente de 0.846 mayor que la normalidad significativa de 0.231 según los criterios de Shapiro Wilk con un error de 0.05 y confiabilidad de 95%, se concluye que estos valores se ajustan a la distribución normal; por tanto, se probará la hipótesis con el método paramétrico T de student.

Para la prueba de hipótesis con T de student se siguen los siguientes procedimientos:

**Primero: Proposición de la hipótesis**

$H_0$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa no conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.pl < 0$$

$H_1$ : La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa conserva la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Para la ecuación condicional de:

$$D.pr - D.pl \geq 0$$

Donde:

$D.pr$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET rugoso

$D.pl$ : Resistencia del concreto  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con PET liso

**Segundo: Nivel de confiabilidad y error.**

Significancia o error:  $\alpha = 0.05$

Confiabilidad:  $1 - \alpha = 0.95$  ó 95%

### Tercero: Prueba de la función.

Previa a la aplicación de la función de prueba se calculan los siguientes valores estadísticos necesarios:

**Tabla 36**

Datos estadísticos de concretos con PET rugoso y PET liso al 5%

Diseño	Con PET rugoso	Con PET liso
# de muestras	$n_1: 3$	$n_2: 3$
Promedio	$\bar{X}_1: 245.8$	$\bar{X}_2: 188.3$
Media poblacional	$u_1: 0$	$u_2: 0$
desviación estándar	$S_1: 9.09$	$S_2: 6.02$
coeficiente de varianza	0.04	0.03
Varianza	$S_1^2: 82.60$	$S_2^2: 36.21$

Considerando los datos estadísticos con varianzas distintas se calcula el grado de libertad a través de la siguiente expresión:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} - 2$$

$$gl = 5$$

La prueba T tomada de la tabla de student es:

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$$

La prueba  $T_p$  (t de prueba) con dos varianzas distintas es:

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_p = 9.14$$

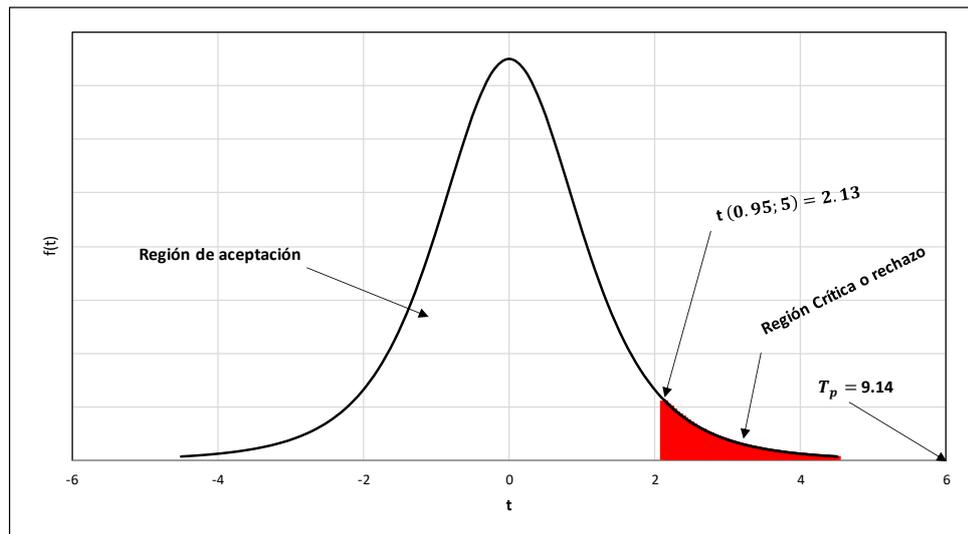
#### Cuarto: Región de prueba mediante la campana de Gauss.

Para las condiciones:

$$H_0: D.pr - D.pl < 0 \text{ y } H_1: D.pr - D.pl \geq 0$$

#### Figura 25

Región de prueba de concretos con PET rugoso y PET liso al 5%



#### Quinto: Verificación y toma de decisión.

De la figura anterior se observa que:

$$t_p > t$$

Para una confiabilidad del 95% y significancia de 0.05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se toma la alterna  $H_1$ .

#### Sexto: Conclusión de prueba.

La adición del tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, conserva la resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con respecto al concreto con PET liso para las proporciones del 5%.

### 3.10. Consideraciones éticas

Las consideraciones éticas son las siguientes:

- Del equipo de investigación. Conformado por un bachiller en ingeniería civil responsable de la elaboración del proyecto, ejecución y defensa de la tesis.
- Del consentimiento informado. Se obtuvo el permiso y la firma del consentimiento informado del propietario de la cantera de la empresa concretera WUANUKO MIX EIRL, del señor Rhonald Figueroa Cruz.
- Del derecho de autor. Se mencionan a cada uno de los autores en los antecedentes de investigación.
- De los beneficios y riesgos. Esta tesis deja un aporte técnico del concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  experimentados con el diseño general, con PET lisa y PET rugosa, que permitirá dejar un antecedente a futuras investigaciones.
- De la autenticidad. No existe ninguna tesis que sea igual a la presente que contenga el mismo título, objetivos, resultados y otros.
- De los impactos sociales y ambientales. Esta tesis no manipula como experimento seres vivos, personas que afecten su salud e integridad. Por el contrario, es de beneficio del cuidado ambiental por proponer el uso de material reciclable como es el PET.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Pruebas de resistencia a la compresión. Edad 7 días.

Los resultados encontrados de todos los diseños propuestos en la tesis son las siguientes:

**Tabla 37**

*Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño sin PET*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1		210kg/cm <sup>2</sup>	205.00kg/cm <sup>2</sup>	97.62%
2	sin PET	210kg/cm <sup>2</sup>	209.00kg/cm <sup>2</sup>	99.52%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	220.20kg/cm <sup>2</sup>	104.86%
		Promedio:	211.40kg/cm <sup>2</sup>	100.67%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 38**

*Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 1% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1		210kg/cm <sup>2</sup>	165.00kg/cm <sup>2</sup>	78.57%
2	con 1% de PET liso	210kg/cm <sup>2</sup>	170.10kg/cm <sup>2</sup>	81.00%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	167.40kg/cm <sup>2</sup>	79.71%
		Promedio:	167.50kg/cm <sup>2</sup>	79.76%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 39**

*Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 2% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1		210kg/cm <sup>2</sup>	217.40kg/cm <sup>2</sup>	103.52%
2	con 2% de PET liso	210kg/cm <sup>2</sup>	213.00kg/cm <sup>2</sup>	101.43%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	221.00kg/cm <sup>2</sup>	105.24%
		Promedio:	217.13kg/cm <sup>2</sup>	103.40%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 40***Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 3% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1	con 3% de PET liso	210kg/cm <sup>2</sup>	192.30kg/cm <sup>2</sup>	91.57%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	205.20kg/cm <sup>2</sup>	97.71%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	194.00kg/cm <sup>2</sup>	92.38%
		Promedio:	197.17kg/cm <sup>2</sup>	93.89%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 41***Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 4% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1	con 4% de PET liso	210kg/cm <sup>2</sup>	161.60kg/cm <sup>2</sup>	76.95%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	156.90kg/cm <sup>2</sup>	74.71%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	162.40kg/cm <sup>2</sup>	77.33%
		Promedio:	160.30kg/cm <sup>2</sup>	76.33%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 42***Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 5% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1	con 5% de PET liso	210kg/cm <sup>2</sup>	135.60kg/cm <sup>2</sup>	64.57%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	145.90kg/cm <sup>2</sup>	69.48%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	131.90kg/cm <sup>2</sup>	62.81%
		Promedio:	137.80kg/cm <sup>2</sup>	65.62%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 43***Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 1% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 1% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	219.10kg/cm <sup>2</sup>	104.33%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	213.60kg/cm <sup>2</sup>	101.71%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	217.60kg/cm <sup>2</sup>	103.62%
		Promedio:	216.77kg/cm <sup>2</sup>	103.22%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 44***Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 2% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 2% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	196.70kg/cm <sup>2</sup>	93.67%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	201.10kg/cm <sup>2</sup>	95.76%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	192.30kg/cm <sup>2</sup>	91.57%
		Promedio:	196.70kg/cm <sup>2</sup>	93.67%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 45***Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 3% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 3% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	215.90kg/cm <sup>2</sup>	102.81%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	218.00kg/cm <sup>2</sup>	103.81%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	214.40kg/cm <sup>2</sup>	102.10%
		Promedio:	216.10kg/cm <sup>2</sup>	102.90%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 46***Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 4% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 4% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	154.10kg/cm <sup>2</sup>	73.38%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	158.30kg/cm <sup>2</sup>	75.38%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	150.70kg/cm <sup>2</sup>	71.76%
		Promedio:	154.37kg/cm <sup>2</sup>	73.51%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 47***Resistencia a la compresión – 7 días. Diseño con 5% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 7 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 5% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	130.00kg/cm <sup>2</sup>	61.90%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	134.10kg/cm <sup>2</sup>	63.86%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	125.50kg/cm <sup>2</sup>	59.76%
		Promedio:	129.87kg/cm <sup>2</sup>	61.84%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

#### 4.2. Pruebas de resistencia a la compresión. Edad 14 días.

Los resultados encontrados de todos los diseños propuestos en la tesis son las siguientes:

**Tabla 48**

*Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño sin PET*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1		210kg/cm <sup>2</sup>	271.30kg/cm <sup>2</sup>	129.19%
2	sin PET	210kg/cm <sup>2</sup>	234.70kg/cm <sup>2</sup>	111.76%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	240.00kg/cm <sup>2</sup>	114.29%
		Promedio:	248.67kg/cm <sup>2</sup>	118.41%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 49**

*Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 1% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1		210kg/cm <sup>2</sup>	237.00kg/cm <sup>2</sup>	112.86%
2	con 1% de PET liso	210kg/cm <sup>2</sup>	224.00kg/cm <sup>2</sup>	106.67%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	229.80kg/cm <sup>2</sup>	109.43%
		Promedio:	230.27kg/cm <sup>2</sup>	109.65%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 50**

*Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 2% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1		210kg/cm <sup>2</sup>	308.20kg/cm <sup>2</sup>	146.76%
2	con 2% de PET liso	210kg/cm <sup>2</sup>	297.40kg/cm <sup>2</sup>	141.62%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	300.10kg/cm <sup>2</sup>	142.90%
		Promedio:	301.90kg/cm <sup>2</sup>	143.76%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 51***Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 3% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 3% de PET liso	210kg/cm2	248.00kg/cm2	118.10%
2		210kg/cm2	236.60kg/cm2	112.67%
3		210kg/cm2	247.30kg/cm2	117.76%
		Promedio:	243.97kg/cm2	116.17%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 52***Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 4% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 4% de PET liso	210kg/cm2	208.20kg/cm2	99.14%
2		210kg/cm2	217.00kg/cm2	103.33%
3		210kg/cm2	203.50kg/cm2	96.90%
		Promedio:	209.57kg/cm2	99.79%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 53***Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 5% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 5% de PET liso	210kg/cm2	163.70kg/cm2	77.95%
2		210kg/cm2	168.20kg/cm2	80.10%
3		210kg/cm2	167.10kg/cm2	79.57%
		Promedio:	166.33kg/cm2	79.21%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 54***Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 1% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 1% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	292.60kg/cm <sup>2</sup>	139.33%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	287.70kg/cm <sup>2</sup>	137.00%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	288.80kg/cm <sup>2</sup>	137.52%
		Promedio:	289.70kg/cm <sup>2</sup>	137.95%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 55***Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 2% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 2% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	266.60kg/cm <sup>2</sup>	126.95%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	267.00kg/cm <sup>2</sup>	127.14%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	265.60kg/cm <sup>2</sup>	126.48%
		Promedio:	266.40kg/cm <sup>2</sup>	126.86%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 56***Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 3% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 3% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	243.00kg/cm <sup>2</sup>	115.71%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	245.90kg/cm <sup>2</sup>	117.10%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	256.60kg/cm <sup>2</sup>	122.19%
		Promedio:	248.50kg/cm <sup>2</sup>	118.33%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 57***Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 4% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 4% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	195.10kg/cm <sup>2</sup>	92.90%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	190.70kg/cm <sup>2</sup>	90.81%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	192.60kg/cm <sup>2</sup>	91.71%
		Promedio:	192.80kg/cm <sup>2</sup>	91.81%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 58***Resistencia a la compresión – 14 días. Diseño con 5% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 14 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 5% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	210.50kg/cm <sup>2</sup>	100.24%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	212.20kg/cm <sup>2</sup>	101.05%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	203.10kg/cm <sup>2</sup>	96.71%
		Promedio:	208.60kg/cm <sup>2</sup>	99.33%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

### 4.3. Pruebas de resistencia a la compresión. Edad 28 días.

Los resultados encontrados de todos los diseños propuestos en la tesis son las siguientes:

**Tabla 59**

*Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño sin PET*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1		210kg/cm <sup>2</sup>	323.10kg/cm <sup>2</sup>	153.86%
2	sin PET	210kg/cm <sup>2</sup>	310.30kg/cm <sup>2</sup>	147.76%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	339.30kg/cm <sup>2</sup>	161.57%
		Promedio:	324.23kg/cm <sup>2</sup>	154.40%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 60**

*Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 1% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1		210kg/cm <sup>2</sup>	263.40kg/cm <sup>2</sup>	125.43%
2	con 1% de PET liso	210kg/cm <sup>2</sup>	266.50kg/cm <sup>2</sup>	126.90%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	278.70kg/cm <sup>2</sup>	132.71%
		Promedio:	269.53kg/cm <sup>2</sup>	128.35%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 61**

*Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 2% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f.c.	Resultado	Porcentaje
1		210kg/cm <sup>2</sup>	299.60kg/cm <sup>2</sup>	142.67%
2	con 2% de PET liso	210kg/cm <sup>2</sup>	307.10kg/cm <sup>2</sup>	146.24%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	303.40kg/cm <sup>2</sup>	144.48%
		Promedio:	303.37kg/cm <sup>2</sup>	144.46%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 62***Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 3% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 3% de PET liso	210kg/cm2	285.40kg/cm2	135.90%
2		210kg/cm2	272.50kg/cm2	129.76%
3		210kg/cm2	251.10kg/cm2	119.57%
		Promedio:	269.67kg/cm2	128.41%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 63***Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 4% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 4% de PET liso	210kg/cm2	222.70kg/cm2	106.05%
2		210kg/cm2	227.40kg/cm2	108.29%
3		210kg/cm2	215.70kg/cm2	102.71%
		Promedio:	221.93kg/cm2	105.68%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 64***Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 5% PET liso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 5% de PET liso	210kg/cm2	182.00kg/cm2	86.67%
2		210kg/cm2	194.00kg/cm2	92.38%
3		210kg/cm2	188.80kg/cm2	89.90%
		Promedio:	188.27kg/cm2	89.65%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 65***Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 1% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 1% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	321.00kg/cm <sup>2</sup>	152.86%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	317.80kg/cm <sup>2</sup>	151.33%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	320.00kg/cm <sup>2</sup>	152.38%
		Promedio:	319.60kg/cm <sup>2</sup>	152.19%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 66***Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 2% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 2% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	306.30kg/cm <sup>2</sup>	145.86%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	301.00kg/cm <sup>2</sup>	143.33%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	304.90kg/cm <sup>2</sup>	145.19%
		Promedio:	304.07kg/cm <sup>2</sup>	144.79%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 67***Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 3% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 3% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	277.20kg/cm <sup>2</sup>	132.00%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	270.60kg/cm <sup>2</sup>	128.86%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	280.70kg/cm <sup>2</sup>	133.67%
		Promedio:	276.17kg/cm <sup>2</sup>	131.51%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Tabla 68***Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 4% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 4% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	285.30kg/cm <sup>2</sup>	135.86%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	293.00kg/cm <sup>2</sup>	139.52%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	288.60kg/cm <sup>2</sup>	137.43%
		Promedio:	288.97kg/cm <sup>2</sup>	137.60%

*Nota: laboratorio de ensayos.***Tabla 69***Resistencia a la compresión – 28 días. Diseño con 5% PET rugoso*

Prueba de resistencia a la compresión - Edad 28 días.				
N°	Diseño	f'c.	Resultado	Porcentaje
1	con 5% de PET rugoso	210kg/cm <sup>2</sup>	237.20kg/cm <sup>2</sup>	112.95%
2		210kg/cm <sup>2</sup>	255.30kg/cm <sup>2</sup>	121.57%
3		210kg/cm <sup>2</sup>	244.80kg/cm <sup>2</sup>	116.57%
		Promedio:	245.77kg/cm <sup>2</sup>	117.03%

*Nota: laboratorio de ensayos.*

#### 4.4. Promedios de resistencia a la compresión por edades.

Los resultados promedios de las resistencias encontrados de todos los diseños propuestos en la tesis son las siguientes:

**Tabla 70**

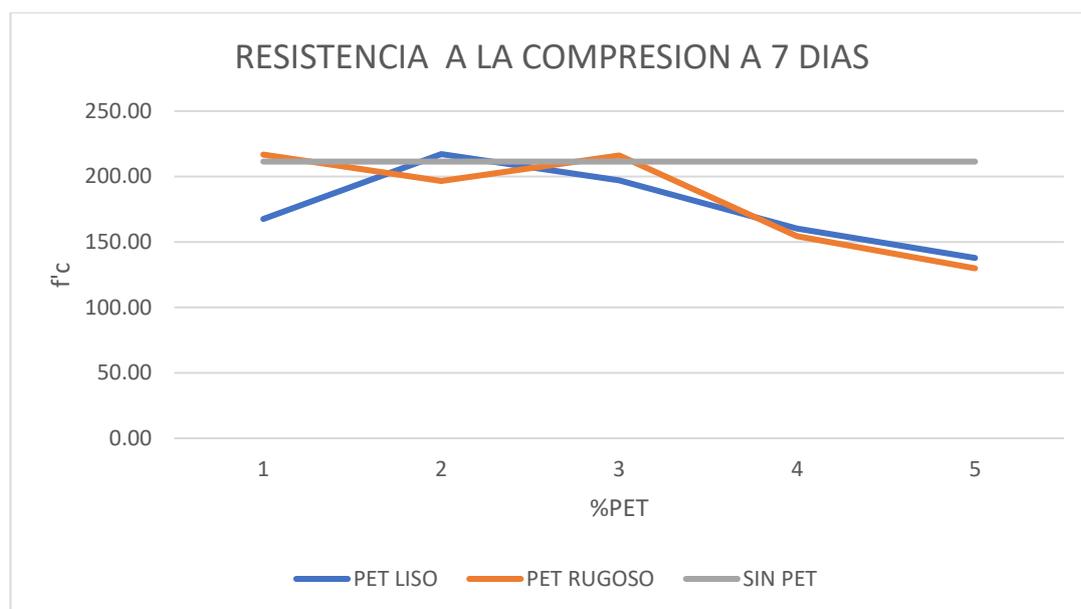
*Resumen del promedio de resistencia a la compresión – 7 días*

SIN PET $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE	PET liso $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	PET rugoso $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
211.40	1%	167.50	216.77
	2%	217.13	196.70
	3%	197.17	216.10
	4%	160.30	154.37
	5%	137.80	129.87

*Nota: Elaboración propia.*

**Figura 26**

*Resistencia promedio del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a los 7 días*



*Nota: elaboración propia.*

Según la gráfica para la edad de 7 días, el concreto diseñado con PET liso conserva la resistencia con la adición del 2%, mientras que con el diseño del concreto con el PET rugoso conserva la resistencia con el 3%.

**Tabla 71**

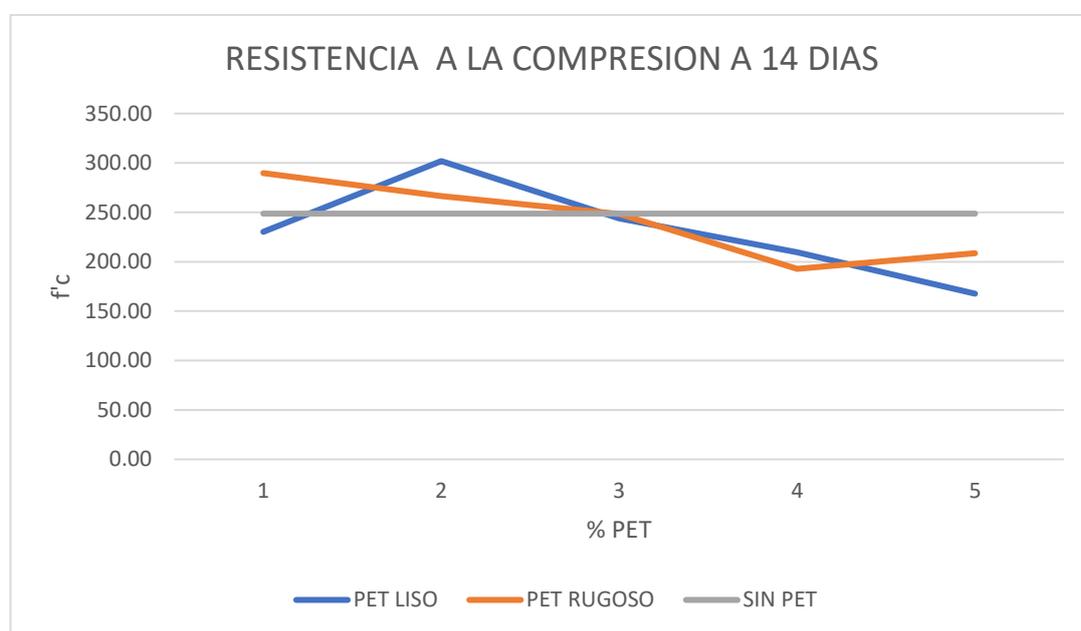
*Resumen del promedio de resistencia a la compresión – 14 días*

SIN PET $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE	PET liso $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	PET rugoso $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
248.67	1%	230.27	289.70
	2%	301.90	266.40
	3%	243.97	248.50
	4%	209.57	192.80
	5%	167.67	208.60

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Figura 27**

*Resistencia promedio del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a los 14 días*



Según la gráfica para la edad de 14 días, el concreto diseñado con PET liso conserva la resistencia con la adición del 2%, mientras que con el diseño del concreto con el PET rugoso conserva la resistencia con el 2%.

**Tabla 72**

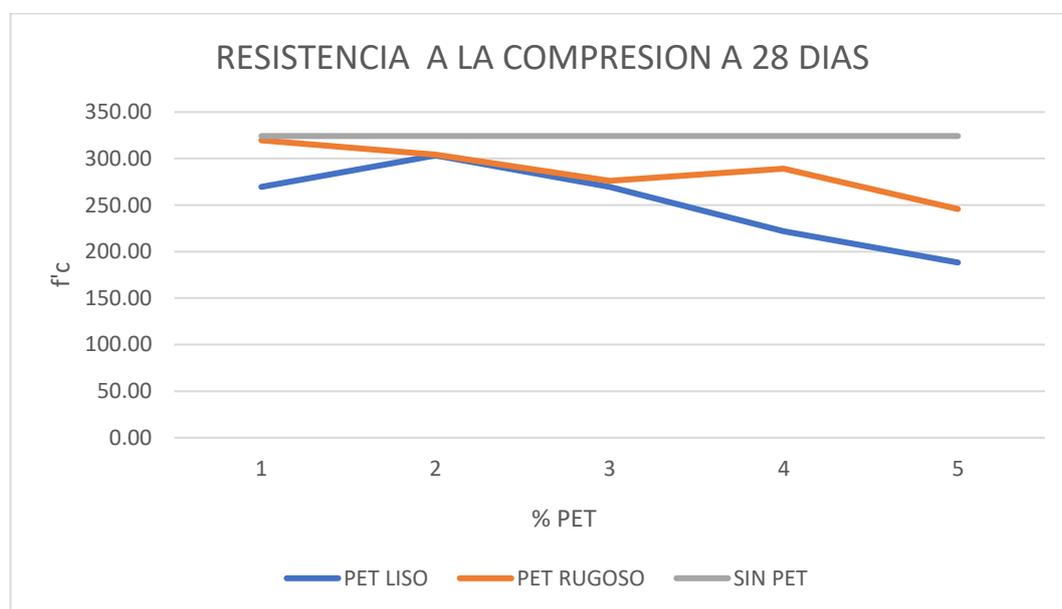
*Resumen del promedio de resistencia a la compresión – 28 días*

SIN PET f'c (kg/cm2)	PORCENTAJE	PET liso f'c (kg/cm2)	PET rugoso f'c (kg/cm2)
324.23	1%	269.53	319.60
	2%	303.37	304.07
	3%	269.67	276.17
	4%	221.93	288.97
	5%	188.27	245.77

*Nota: laboratorio de ensayos.*

**Figura 28**

*Resistencia promedio del concreto f'c=210kg/cm2 a los 28 días*



Según la gráfica para la edad de 28 días, el concreto diseñado con PET liso no conserva con ningún porcentaje adicionado, lo mismo también para el diseño del concreto con el PET rugoso

#### 4.5. Comportamiento de la evolución de resistencias.

En las siguientes tablas y figuras se observan la evolución de las resistencias para cada porcentaje adicionado del aditivo PET, comparados con el concreto sin PET.

**Tabla 73**

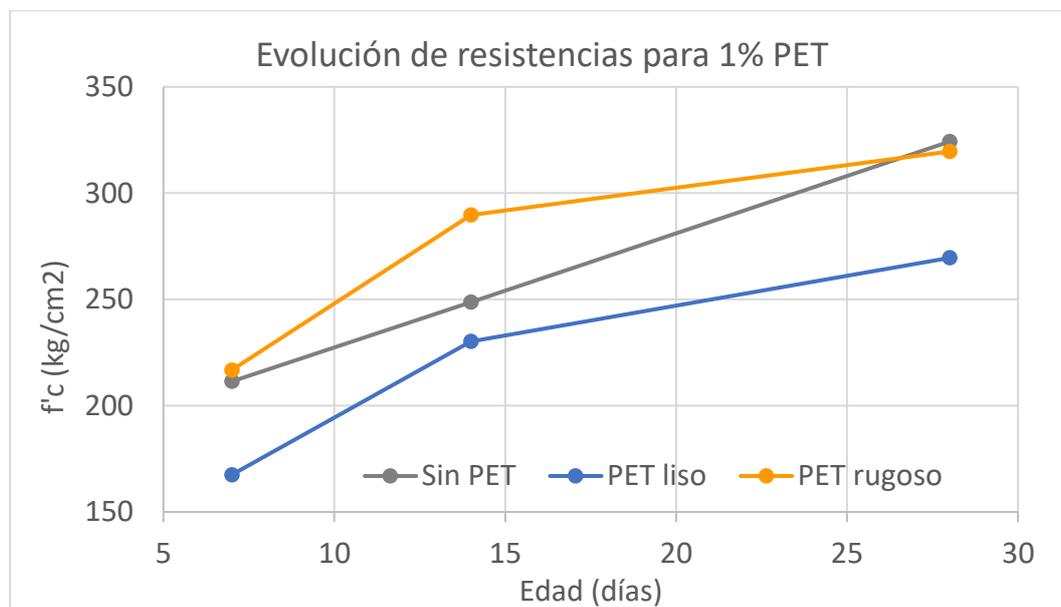
*Evolución de resistencias para el 1% de PET*

Evolución de resistencias para 1% PET			
Edad	Sin PET	PET liso	PET rugoso
	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
7	211.40	167.50	216.77
14	248.67	230.27	289.70
28	324.23	269.53	319.60

*Nota: elaboración propia.*

**Figura 29**

*Evolución de resistencias para el 1% de PET*

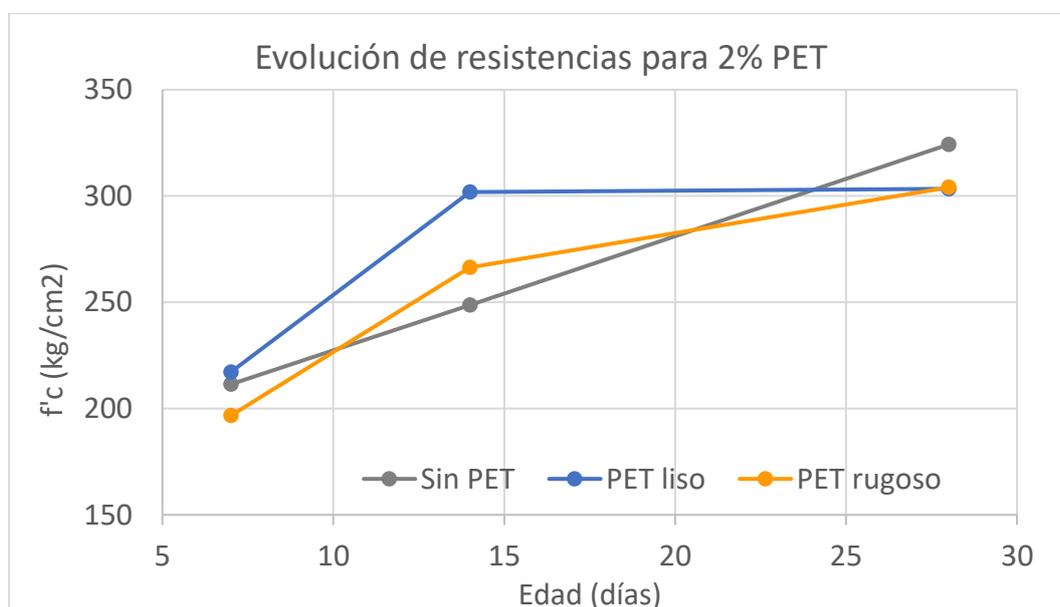


*Nota: elaboración propia.*

Para la adición del 1% de PET se observa que no conserva su resistencia para la edad de 28 días, pero el comportamiento es mayor del concreto diseñado con el PET rugoso que el diseño con el PET liso.

**Tabla 74***Evolución de resistencias para el 2% de PET*

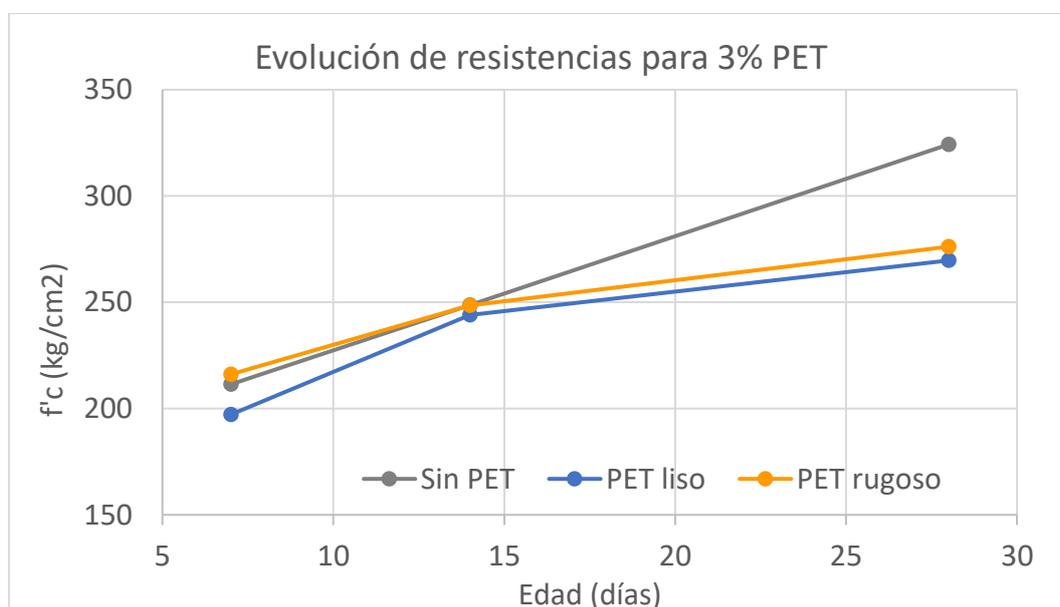
Evolución de resistencias para 2% PET			
Edad	Sin PET f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	PET liso f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	PET rugoso f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
7	211.40	217.13	196.70
14	248.67	301.90	266.40
28	324.23	303.37	304.07

*Nota: elaboración propia.***Figura 30***Evolución de resistencias para el 2% de PET**Nota: elaboración propia.*

Para la adición del 2% de PET se observa que no conserva su resistencia para la edad de 28 días, pero el comportamiento es mayor del concreto diseñado con el PET liso que el diseño con el PET rugoso.

**Tabla 75***Evolución de resistencias para el 3% de PET*

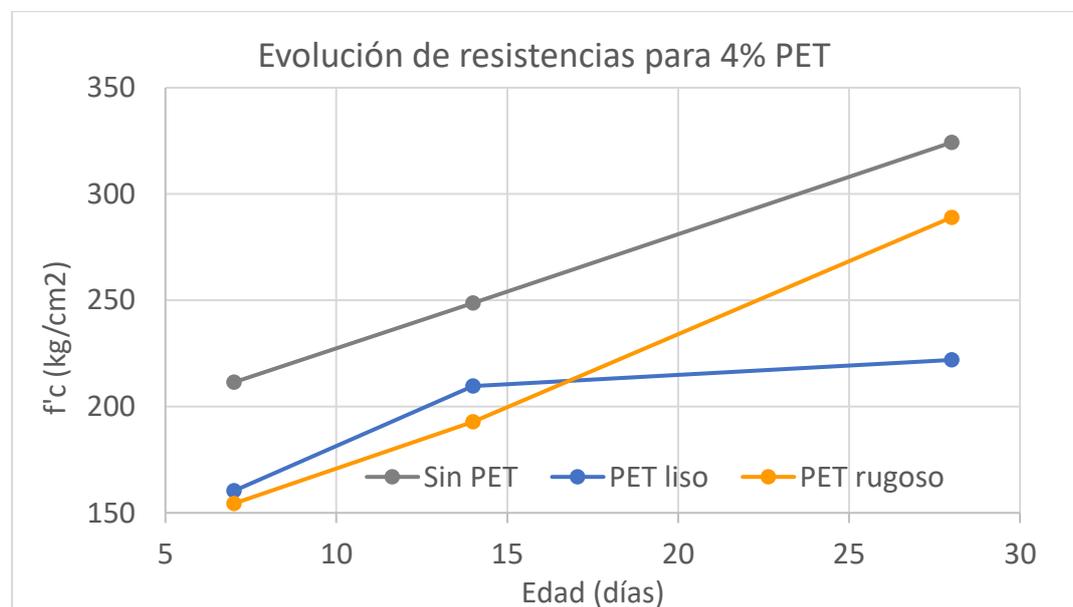
Evolución de resistencias para 3% PET			
Edad	Sin PET f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	PET liso f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	PET rugoso f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
7	211.40	197.17	216.10
14	248.67	243.97	248.50
28	324.23	269.67	276.17

*Nota: elaboración propia.***Figura 31***Evolución de resistencias para el 3% de PET**Nota: elaboración propia.*

Para la adición del 3% de PET se observa que no conserva su resistencia para la edad de 28 días, pero el comportamiento es mayor del concreto diseñado con el PET rugoso que el diseño con el PET liso.

**Tabla 76***Evolución de resistencias para el 4% de PET*

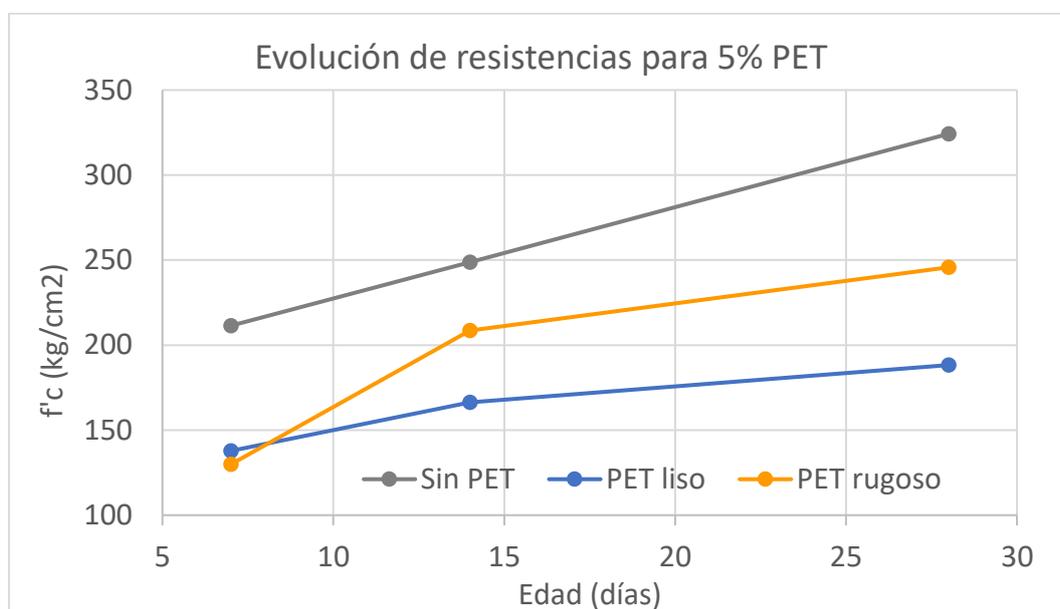
Evolución de resistencias para 4% PET			
Edad	Sin PET f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	PET liso f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	PET rugoso f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
7	211.40	160.30	154.37
14	248.67	209.57	192.80
28	324.23	221.93	288.97

*Nota: elaboración propia.***Figura 32***Evolución de resistencias para el 4% de PET**Nota: elaboración propia.*

Para la adición del 4% de PET se observa que no conserva su resistencia para la edad de 28 días, pero el comportamiento es mayor del concreto diseñado con el PET rugoso que el diseño con el PET liso después de los 14 días.

**Tabla 77***Evolución de resistencias para el 5% de PET*

Evolución de resistencias para 5% PET			
Edad	Sin PET f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	PET liso f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	PET rugoso f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
7	211.40	137.80	129.87
14	248.67	166.33	208.60
28	324.23	188.27	245.77

*Nota: elaboración propia.***Figura 33***Evolución de resistencias para el 5% de PET**Nota: elaboración propia.*

Para la adición del 5% de PET se observa que no conserva su resistencia para la edad de 28 días, pero el comportamiento es mayor del concreto diseñado con el PET rugoso que el diseño con el PET liso después de los 7 días.

#### **4.6. Resultados de las hipótesis.**

##### **4.6.1. De la hipótesis general:**

La hipótesis general propuesta es: “La resistencia del concreto  $F'C=210\text{kg/cm}^2$  se conserva, incorporando aditivos de tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, en la ciudad de Huánuco – 2022”

De acuerdo a los comportamientos de las evoluciones desarrolladas para cada uno de los diseños realizados en esta tesis, la adición del PET rugoso no conserva las resistencias de diseño con ningún porcentaje adicionado.

##### **4.6.2. De la hipótesis específica 1:**

La hipótesis propuesta es: “El porcentaje máximo de aditivos de tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa que se puede incorporar al concreto  $F'C= 210 \text{ kg/cm}^2$  sin alterar la resistencia a la compresión es menor al 5%, en la ciudad de Huánuco – 2022.”

A pesar de que ningún diseño de concreto con PET rugoso conserva la resistencia del concreto, según la figura 19 del presente documento el porcentaje cercano capaz de conservar la resistencia es el 1%, debido a que a los 28 días de edad adquiere una resistencia de  $319.60\text{kg/cm}^2$  en promedio, siendo un valor de  $4.63\text{kg/cm}^2$  menor al diseño sin PET.

##### **4.6.3. De la hipótesis específica 2:**

La hipótesis propuesta es: “El concreto  $F'C= 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivos PET rugoso tienen un mejor comportamiento en comparación con el concreto  $F'C= 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo PET liso”

Para los 5 diseños de concreto adicionados por cada tipo de PET, se encontró que el diseño con PET rugoso tiene mejor comportamiento que los diseños con PET liso; sin embargo, para la edad de 28 días, el comportamiento del concreto diseñado con el 2% de PET liso es  $303.37\text{kg/cm}^2$ , valor muy similar al PET rugoso que es  $304.07\text{kg/cm}^2$ , siendo una diferencia de  $0.70\text{kg/cm}^2$ .

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. De los antecedentes internacionales.

Lugo (2019), encontró como resultado que la adición de 2kg por m<sup>3</sup> o 0.088% de concreto el aditivo PET, mantiene la resistencia a la compresión del concreto. Comparados para la presente tesis, la adición de porcentajes al 1% no varía la resistencia considerablemente, por lo que se puede asumir que en porcentajes del autor conserva la resistencia

**Análisis e interpretación:** en base del antecedente y la relación de esta tesis se llega a la conclusión de que los aditivos PET conservan la resistencia en porcentajes mínimas.

Zambrano (2018) encontró como resultado que la resistencia a la compresión del concreto PET a un 5% se reduce en un 1.40% y a un 10% la resistencia se reduce a un 29.42%. Para la presente tesis observamos para aditivos PET rugoso reduce la resistencia en un 24.20% para el porcentaje de 5%. Esta diferencia significativa se asume por el tipo de PET usado en la investigación.

**Análisis e interpretación:** en base del antecedente y la relación de esta tesis se llega a la conclusión de que los aditivos PET en porcentajes del 5% disminuyen la resistencia significativamente.

Cobos (2021), como resultados de nuestro interés encontró que en cuanto mayor es la adición de fibras PET, disminuye la resistencia del concreto. En contraste con esta tesis encontré resultados similares, siendo porcentajes mínimas de PET lisa y PET rugosa capaces no variar considerablemente la resistencia de concreto sin PET

**Análisis e interpretación:** en base del antecedente y la relación de esta tesis se llega a la conclusión de que los aditivos PET conservan la resistencia en porcentajes mínimas.

## 5.2. De los antecedentes nacionales.

Léctor (2017), encontró como resultados para el concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  que reduce a un 14.61%, adición de 5% de PET. En la presente tesis observamos para aditivos PET rugoso reduce la resistencia en un 24.20% para el porcentaje de 5%, encontrándose una diferencia de 9.59%, asumiendo también que los materiales PET son distintos a los que se usó en nuestra tesis.

**Análisis e interpretación:** en base del antecedente y la relación de esta tesis se llega a la conclusión de que los aditivos PET afectan la resistencia del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Cholán (2016), encontró como resultado que la resistencia a la compresión axial disminuye cuanto mayor es la cantidad de PET adicionados. Para nuestra tesis se obtiene resultados similares, pero a compresión, encontrando porcentajes mínimas de PET capaces de no variar considerablemente la resistencia.

**Análisis e interpretación:** en base del antecedente y la relación de esta tesis se llega a la conclusión de que los aditivos PET disminuyen la resistencia en proporción a los porcentajes adicionados.

Quentta (2019) encontró en sus resultados que la resistencia a la compresión del concreto con aditivos PET al 2% aumenta en un 2.6%, y al adicionar fibras PET en un 4% disminuye un 6.3%, pero superior al requerido de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Para la presente tesis se resalta que en nuestra investigación todos los diseños con PET rugoso adquieren resistencias mayores al  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , aunque son menores al diseño del concreto sin PET.

**Análisis e interpretación:** en base del antecedente y la relación de esta tesis se llega a la conclusión de que los aditivos PET no mejoran las resistencias del concreto debido a que son sólidos muy flexibles y de menor densidad.

### 5.3. De los antecedentes locales.

Flores (2020), encontró como resultados favorables con las fibras PET tipo de 5mmx50mm adicionados en un porcentaje de 0.05% y 0.1. En contraste con la presente tesis, se concluyó que, la adición de porcentajes al 1% no varía la resistencia considerablemente, por lo que se puede asumir que en porcentajes del autor conserva la resistencia.

**Análisis e interpretación:** en base del antecedente y la relación de esta tesis se llega a la conclusión de que los aditivos PET conservan la resistencia en porcentajes mínimas.

Espinoza (2019), encontró mejores resultados el diseño asfáltico con PET que un diseño de pavimento rígido con PET. En contraste con esta tesis las adiciones del PET al concreto no conservan la resistencia, esto debido a que el PET es un material elástico y en consecuencia sus comportamientos de flexión serán mejores que las de compresión.

**Análisis e interpretación:** en base del antecedente y la relación de esta tesis se llega a la conclusión de que los aditivos PET son favorables para diseños de carácter flexible.

Rodríguez (2018), encontró que la resistencia del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días va disminuyendo proporcionalmente al porcentaje de aditivos PET. En contraste con esta tesis se encontró resultados similares, siendo porcentajes mínimas de PET lisa y PET rugosa capaces no varias considerablemente la resistencia con respecto al concreto sin PET.

**Análisis e interpretación:** en base del antecedente y la relación de esta tesis se llega a la conclusión de que los aditivos PET con porcentajes mínimos conservan las resistencias.

## CONCLUSIONES.

1. Del objetivo general se llega a las siguientes conclusiones.

Las variaciones de resistencias para los aditivos PET rugosa son las siguientes:

Para el 1% de PET rugoso disminuye la resistencia al 1.43% con respecto al diseño patrón.

Para el 2% de PET rugoso disminuye la resistencia al 6.22% con respecto al diseño patrón.

Para el 3% de PET rugoso disminuye la resistencia al 14.82% con respecto al diseño patrón.

Para el 4% de PET rugoso disminuye la resistencia al 18.88% con respecto al diseño patrón.

Para el 5% de PET rugoso disminuye la resistencia al 24.20% con respecto al diseño patrón.

Siendo que no se conserva la resistencia a la compresión, pero la variación de la resistencia a la compresión del PET rugoso menor al diseño sin PET para todos los porcentajes adicionados.

2. Del objetivo específico 1 se llega a las siguientes conclusiones.

Ningún diseño con PET rugoso conserva la resistencia del concreto sin PET; sin embargo, el porcentaje cercano capaz de conservar la resistencia es la del 1%, debido a que a los 28 días de edad adquiere una resistencia de 319.60kg/cm<sup>2</sup> en promedio, siendo un valor de 4.63kg/cm<sup>2</sup> menor al diseño sin PET, aclarando que con un porcentaje de 2% a los 28 días de edad adquiere una resistencia de 304.07 kg/cm<sup>2</sup>, que es superior al diseño con PET liso

3. Del objetivo específico 2 se llega a la siguiente conclusión.

El concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  diseñado con PET rugosa, presenta mejores comportamientos de resistencia en comparados con el diseño del concreto con PET lisa, existiendo una diferencia significativa para el diseño con el 5% de adición, obteniendo resistencias de 188.27 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto con PET liso y 245.77 kg/cm<sup>2</sup>, para el PET rugoso, una diferencia de 57.50 kg/cm<sup>2</sup>.

## **RECOMENDACIONES.**

1. El concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  diseñado con PET rugoso, no deberá ser usado como aditivo de mejoramiento de resistencias, debido a que disminuye la resistencia del concreto sin PET.
2. Se recomienda el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  diseñado con PET rugoso con la adición de porcentajes menores al 2% para tratar en lo posible de conservar la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sin PET.
3. Se recomienda el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  diseñado con PET rugoso como mejores conservadores de resistencia comparadas a los diseños con PET liso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Odón, Fidias G. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*.
- Cholán De la Cruz, J. U. (2016). *Efecto de tres niveles de PET reciclado como reemplazo de agregado fino en la resistencia a compresión axial del concreto convencional  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>*.
- Coellos valdés, E., Blanco Balbeíto, N., & Reyes Orama, Y. (2012). *Los paradigmas cuantitativos y cualitativos en el conocimiento de las ciencias médicas con enfoque filosófico-epistemológico*.
- Confort F.M. (1974). *La filosofía no escrita*.
- E. Harmsen, Teodoro (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado*.
- Espinoza Japa, S. L. (2019). *Utilización del plástico PET reciclado como agregado ligante para un diseño de mezcla asfáltica en caliente de bajo tránsito en la ciudad de Huánuco – 2018*
- Flores Campos, E. V. (2020). *Determinar la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de plástico PET reciclado en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huánuco – 2019*
- Gestión (2022). *¿Cuál es la situación del plástico de un solo uso?*
- H. Nilson, A. (2001). *Diseño de Estructuras*. (E. A. H, Ed.) Bogota - Colombia: r Quebecor World Bogotá S.A.
- Léctor Lafitte, M. A., & Villareal Brragan, E. J. (2017). *Utilización de Materiales Plásticos de Reciclaje Como Adición en la Elaboración de Concreto en la Ciudad De Nuevo Chimbote*

- Luis, A., Rendón, N. & Korodoy, M. (2008). *Diseño de mezcla de Tereftalato de polietileno (pet) – cemento.*
- Lugo Mejía, J. E., & Torres Pérez, Y. S. (2019). *Caracterización del Comportamiento Mecánico del Concreto Simple con Adición de Fibras Poliméricas Recicladas PET*
- Mejía Bustillos, Pablo Jesús (2017). *Implementación de un programa de capacitación para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos en Paucarbamba distrito de Amarilis Huánuco.*
- Mercado Aravena, Mauricio & Pino Muñoz, Mónica (2020). *Epistemología Neopositivista en Psicología.*
- Ministerio del Medio Ambiente (2020). *Menos plástico más vida. Cifras del mundo y el Perú.*
- Moncayo Albornoz, Ana Lucía (2019). *Enfoques de investigación y organización del trabajo de campo.*
- Ñaupas Paitán, Humberto (2014). *Metodología de la investigación. Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis.*
- Pérez Villamar, José (2015). *El positivismo y la Investigación Científica.*
- Quenta Flores, D. (2019). *Efecto del reciclado de las fibras de las botellas PET en las propiedades del concreto normal, Puno*
- Rodríguez Martínez, C. (2018). *Influencia de la Textura del Tereftalato de Polietileno usado como Agregado, en la Resistencia del Concreto*

Ruiz Limón, Ramón (2007). *El método científico y sus etapas*.

Saucedo, J., Atoche, J. & Muñoz, S. (2021). *Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura*.

Zambrano Bello, M. C. (2018). *Evaluación Preliminar del Polietileno Tereftalato (PET) Como Material Alternativo para la Construcción de Bordillos en Vías*

## **Anexos.**

## **Anexo 01. Matriz de consistencia.**

**TESIS: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022**

<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>INDICADORES</b>
¿Se conservará la resistencia a la compresión del concreto $F'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> si se le incorpora el aditivo tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, en la ciudad de Huánuco - 2022?	Determinar la variación de las resistencias a la compresión del concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando aditivos tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, en la ciudad de Huánuco - 2022.	La resistencia del concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> se conserva, incorporando aditivos de tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa, en la ciudad de Huánuco - 2022.	Aditivos de tereftalato de polietileno (PET) rugoso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aditivos PET al 1%</li> <li>• Aditivos PET al 2%</li> <li>• Aditivos PET al 3%</li> <li>• Aditivos PET al 4%</li> <li>• Aditivos PET al 5%</li> </ul>
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>Sub indicadores</b>
¿Cuál será el porcentaje máximo de aditivos de tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa que se puede incorporar al concreto $F'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> sin alterar la resistencia a la compresión en la ciudad de Huánuco - 2022?	Determinar el porcentaje máximo de aditivos de tereftalato de polietileno (PET) Rugoso que se puede incorporar al concreto $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> sin alterar la resistencia, en la ciudad de Huánuco - 2022.	El porcentaje máximo de aditivos de tereftalato de polietileno (PET) en forma rugosa que se puede incorporar al concreto $F'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> sin alterar la resistencia a la compresión es menor al 5%, en la ciudad de Huánuco – 2022.	Resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	Variación de la resistencia a la compresión en comparación con a la resistencia de un concreto convencional $F'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>
¿Cómo es el comportamiento del concreto $F'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivos PET rugoso en comparación con el concreto $F'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivo PET liso?	Determinar el comportamiento del concreto $F'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivos PET rugoso en comparación con el concreto $F'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivo PET liso.	El concreto $F'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivos PET rugoso tienen un mejor comportamiento en comparación con el concreto $F'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> con aditivo PET liso.		

<b>TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION</b>	<b>POBLACION, MUESTRA</b>	<b>DISEÑO DE INVESTIGACION</b>	<b>TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION</b>	<b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACION</b>
<p><b>Tipo de investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- según su finalidad es de tipo <b>aplicada</b>,</li> <li>- Según el alcance temporal</li> <li>- Según la profundidad es de tipo <b>descriptivo</b>,</li> <li>- Según la amplitud la investigación es de tipo <b>micro</b>,</li> <li>- Según las fuentes, la investigación es de tipo <b>mixto</b>,</li> <li>- Según el carácter, la investigación es <b>cuantitativa</b>,</li> <li>- Según su naturaleza la investigación es de tipo <b>experimental</b>,</li> <li>- Por último, la investigación, según su aplicación es de Laboratorio.</li> </ul> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <p>Es nivel de la investigación es descriptiva, puesto que se describirá los conocimientos y conceptos que se tiene hasta la fecha relacionados con el concreto PET, además se sabrá como se comportará el concreto con diferentes porcentajes de aditivos PET rugoso, comparando este con el porcentaje de aditivo PET liso, para verificar que la resistencia a la compresión del concreto con PET liso se conserva</p>	<p><b>1) Población</b></p> <p>Incorporación del aditivo PET en el concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> en el Perú.</p> <p><b>2) Muestra</b></p> <p>Incorporación del aditivo PET en forma lisa y rugosa en el concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math> en la ciudad de Huánuco.</p>	<p><b>1) Tipo de diseño</b></p> <p>la investigación es aplicada según su finalidad, prospectiva según su alcance temporal, descriptiva según su profundidad, micro según su amplitud, mixto según sus fuentes, cuantitativa según su carácter, cuasi experimental según su naturaleza y de laboratorio según su investigación.</p> <p><b>2) Procedimiento</b></p> <p>El procedimiento usado es la recolección de datos bibliográficos para verificar el avance en estudios que se tiene respecto al tema investigado, luego se procedió a realizar los ensayos indicados en la norma ASTM C39, NTP 339., una vez obtenido los resultados se procedió a realizar tablas y gráficos estadísticos que explique cómo actúan el concreto PET rugoso en comparación con el concreto PET liso.</p>	<p><b>1) Técnica documental</b></p> <p>La presente tesis usó la técnica realizando búsquedas bibliográficas referentes al tema investigado, como la resistencia a la compresión del concreto y el comportamiento de los aditivos de tereftalato de Polietileno (PET).</p> <p><b>2) Observación</b></p> <p>Se realizó la observación de las características físicas de los agregados y el aditivo PET.</p> <p><b>3) Test o ensayo</b></p> <p>Se realizo los ensayos de laboratorio estudiando el comportamiento del Pt rugoso.</p> <p><b>3) Análisis Documental</b></p> <p>Se realizaron la interpretación de los datos obtenidos.</p>	<p><b>1) Instrumentos bibliográficos:</b></p> <p>Antecedentes de tesis internacionales nacionales y locales referentes al tema, además de libros, revista científicas y otras fuentes donde expliquen conceptos y avances realizados referentes al tema</p> <p><b>2) Instrumentos de campo</b></p> <p>Hojas de cálculo para la resistencia a la compresión del concreto</p> <p><b>3) Programa estadístico</b></p> <p>Hojas de Excel para realizar gráficos y tablas y obtener datos estadísticos que ayudaron a comprender los resultados obtenidos sobre el comportamiento del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con aditivos PET rugoso.</p>

**Anexo 02. Consentimiento informado**



## CONSENTIMIENTO INFORMADO.

Yo, Isaac Rhonald Figueroa Cruz, identificado con DNI 22504742, en condición de representante de la CONCRETERA WUANUKO MIX EIRL, acepto participar en el proceso de validación del trabajo de investigación por la modalidad de tesis titulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$  INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022", investigación realizada por la Bachiller en Ingeniería Civil Yudit Antonia Inocencio Martínez, cuyo objetivo es investigar las resistencias del concreto  $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ , diseñados con la adición del Tereftalato de Polietileno y los agregados de nuestra cantera.

Señalo que se me ha sido informado sobre el procedimiento y propósito de la tesis, el cual cumple con la ética de una investigación; además me comprometo proveer las muestras de los materiales de la Cantera para la ejecución de la investigación.

Los costos de los materiales, traslado al laboratorio y otros gastos requeridos de la ejecución serán financiados por la tesista en su totalidad.

Pillco Marca, 06 de febrero del 2023.

CONCRETERA WUANUKO MIX EIRL  
R.C. 2017152331  
Isaac Rhonald Figueroa Cruz  
REPRESENTANTE LEGAL

## CONSENTIMIENTO INFORMADO.

Yo, Owner H. Salvador Salazar, identificado con DNI 46085879, en condición de gerente general de la empresa CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C. con RUC N°20573238258, acepto participar en el proceso de validación del trabajo de investigación por la modalidad de tesis titulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c=210\text{KG}/\text{CM}2$  INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022", investigación realizada por la Bachiller en Ingeniería Civil Yudit Antonia Inocencio Martínez, cuyo objetivo es investigar las resistencias del concreto  $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ , diseñados con la adición del Tereftalato de Polietileno, investigación elaborada en nuestra empresa.

Señalo que se me ha sido informado sobre el procedimiento y propósito de la tesis, el cual cumple con la ética de una investigación; asimismo, como empresa de laboratorio de ensayo de materiales, me comprometo a brindar el apoyo técnico en todos los ensayos para la obtención de los instrumentos durante la ejecución de la tesis.

Pillco Marca, 06 de febrero del 2023.

  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
GEO ESTRUCTURAS S.A.C.  
Owner H. Salvador Salazar  
GERENTE GENERAL

## **Anexo 03. Instrumentos**

RUC: 20573238258  
Dirección: Bq. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, Pilco Marca - Huánuco  
E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com  
Celular: 982008201, 960400610



TESIS	: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM <sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022	REGISTRO N°: <b>GE22-LEM-202-00</b>
TESISTA	: BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ	MUESTREADO POR : Solicitante
UBICACIÓN DE PROYECTO	: ---	ENSAYADO POR : N. Salvador
		TURNO : Diurno
FECHA	: JUNIO DEL 2023	

# ENSAYOS Y DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO PORTLAND


Oswaldo H. Salvador Salazar  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP 182400

RUC: 20573238258  
 Dirección: Bq. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, Pillico Marca - Huánuco  
 E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com  
 Celular: 982008201, 960400610



TESIS : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022 REGISTRO N°: **GE22-LEM-202-01**

TESISTA : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ MUESTREADO POR : Solicitante

UBICACIÓN DE PROYECTO : HUANUCO ENSAYADO POR : N. Salvador

FECHA : JUNIO DEL 2023 TURNO : Diurno

**INFORME: CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS				CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	86.8	83.7	94.2	84.1	MATERIAL DEL PROVEEDOR CONCRETERA ATLÁNTICA
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	980.9	822.9	822.6	824.6	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	975.1	816.4	816.8	818.6	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.65	0.89	0.80	0.82	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.79				

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS				CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	40	39.3	40.6	38.3	MATERIAL DEL PROVEEDOR CONCRETERA ATLÁNTICA
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	400.8	356.7	366.8	381.4	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	378.2	337.6	347.9	361.4	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	6.68	6.40	6.15	6.19	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	6.36				

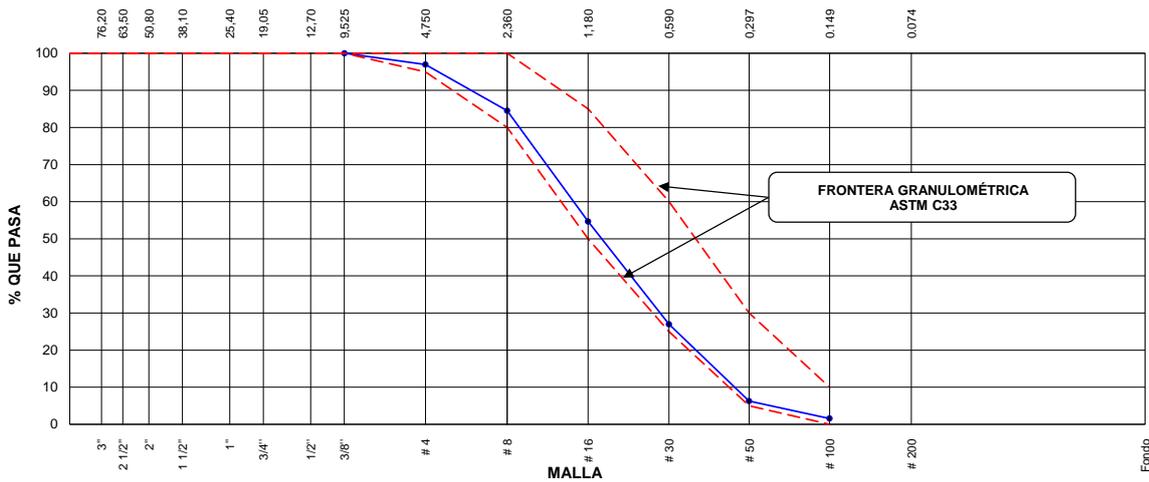
  
 Oswery H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP- 182400

TESIS	: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022	Registro N°:	GE22-LEM-202-02
TESISTA	: BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ	Muestreado por :	Solicitante
Ubicación de Proyecto	: HUANUCO	Ensayado por :	N. Salvador
Material	: Agregado Fino	Fecha de Ensayo:	-
Código de Muestra	: ---	Turno:	Diurno
Procedencia	: No indica		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

**INFORME: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136**

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	3.9			100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	53.2	3.02	3.02	96.98	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	220.3	12.49	15.51	84.49	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	525.6	29.80	45.31	54.69	50.00	85.00
# 30	600 µm	488.6	27.70	73.01	26.99	25.00	60.00
# 50	300 µm	365.2	20.71	93.71	6.29	5.00	30.00
# 100	150 µm	83.4	4.73	98.44	1.56	0.00	10.00
Fondo	-	23.6	1.34	99.78	0.22	-	-
						MF	3.29
						TMN	---

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



*(Signature)*  
 Owner: H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP-162400

TESIS : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>  
 INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN  
 LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022

Registro N°: **GE22-LEM-202-03**

TESISTA : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ

Muestreado por : Solicitante

Ensayado por : N. Salvador

Ubicación de Proyecto : HUANUCO

Fecha de Ensayo: -

Material : Agregado Grueso

Turno: Diurno

Código de Muestra : ---

Procedencia : No indica

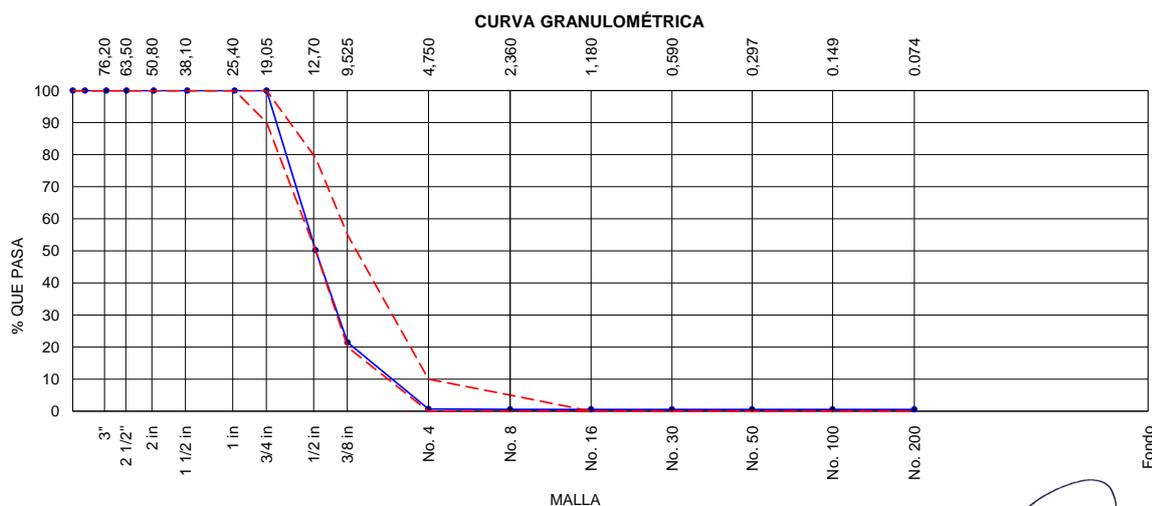
N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

**INFORME: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136**

**AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 67**

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 in	75.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 in	50.00 mm				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00 mm				100.00	100.00	100.00
3/4 in	19.00 mm				100.00	90.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	933.2	49.82	49.82	50.18	50.00	79.00
3/8 in	9.50 mm	538.4	28.74	78.56	21.44	20.00	55.00
No. 4	4.75 mm	388.2	20.73	99.29	0.71	0.00	10.00
No. 8	2.36 mm	2.3	0.12	99.41	0.59	0.00	5.00
No. 16	1.18 mm	1.0	0.05			0.00	0.00
No. 30	600 µm					0.00	0.00
No. 50	300 µm					0.00	0.00
No. 100	150 µm					0.00	0.00
No. 200	75 µm				0.53	0.00	0.00
< No. 200	< No. 200	10.0	0.53	100.00	0.00	-	-
						MF	6.77
						TMN	3/4 in



  
 Owner H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 162400

RUC: 20573238258

Dirección: Bq. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, Pillco Marca - Huánuco

E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com

Celular: 982008201, 960400610

TESIS : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>  
 INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN  
 LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022  
 TESIS TA : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ  
 Ubicación de Proyecto : HUANUCO  
 Material : Agregado Fino

Registro N°: **GE22-LEM-202-04**

Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : N. Salvador  
 Fecha de Ensayo: -  
 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : No indica  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

**INFORME: DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15**

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0	500.0	
B	Peso Frasco + agua	645.7	645.7	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	959.5	958.5	
D	Peso del Mat. Seco	487.9	486.5	
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = $D/(B+A-C)$	2.62	2.60	<b>2.610</b>
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = $A/(B+A-C)$	2.69	2.67	<b>2.678</b>
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = $D/(B+D-C)$	2.80	2.80	<b>2.802</b>
	% Absorción = $100*((A-D)/D)$	2.5	2.8	<b>2.6</b>



 Owner H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 182400

RUC: 20573238258

Dirección: Bq. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, Pilco Marca - Huánuco

E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com

Celular: 982008201, 960400610

TESIS : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022

Registro N°: **GE22-LEM-202-05**

TESISTA : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ

Muestreado por : Solicitante

Ensayado por : B. Melgar

Ubicación de Proyer : HUANUCO

Fecha de Ensayo : -

Material : Agregado Grueso

Turno : Diurno

Tipo de muestra : ---

Procedencia : No indica

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

**INFORME: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS  
ASTM C127-15**

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	2414.4	2431.8
2	Peso de la muestra sss sumergida	1367.0	1591.2
3	Peso de la muestra secada al horno	2374.5	2390.3

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.267	2.844	<b>2.555</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.305	2.893	<b>2.599</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.357	2.991	<b>2.674</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.7	1.7	<b>1.7</b>



Owner: H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 182400

TESIS : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2  
 INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN  
 LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022

TESISTA : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ

Ubicación de Proyecto : HUANUCO

Material : Agregado Fino

Registro N°: **GE22-LEM-202-06**

Muestreado por : Solicitante

Ensayado por : B. Melgar

Fecha de Ensayo: -

Turno: Diurno

Código de Muestra : ---

Procedencia : No indica

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

**INFORME: DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS**  
**ASTM C29 / C29M - 17a**

**PESO UNITARIO SUELTO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.150	1.150	
Volumen de molde (m3)	0.002755	0.002755	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	5.890	5.940	
Peso de muestra suelta (kg)	4.740	4.790	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1721	1739	<b>1730</b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.150	1.150	
Volumen de molde (m3)	0.002755	0.002755	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.450	6.410	
Peso de muestra suelta (kg)	5.301	5.261	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1924	1909	<b>1917</b>



Owner H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 182400

TESIS : ANALISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM2  
 INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN  
 LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022

Registro N°: **GE22-LEM-202-07**

TESISTA : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ

Muestreado por : Solicitante

Ensayado por : B. Melgar

Fecha de Ensayo: -

Turno: Diurno

Ubicación de Proyecto : HUANUCO

Material : Agregado Grueso

Código de Muestra : ---

Procedencia : No indica

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

**INFORME: DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS**  
**ASTM C29 / C29M - 17a**

**PESO UNITARIO SUELTO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.150	1.150	
Volumen de molde (m3)	0.002755	0.002755	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	5.170	5.190	
Peso de muestra suelta (kg)	4.020	4.040	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1459	1466	

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.150	1.150	
Volumen de molde (m3)	0.002755	0.002755	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	5.790	5.840	
Peso de muestra suelta (kg)	4.640	4.690	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1684	1702	



H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 182400

RUC: 20573238258

Dirección: Bq. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, Pillco Marca - Huánuco

E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com

Celular: 982008201, 960400610



**TESIS** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022

**UBICACIÓN** : HUANUCO

**MUESTRA** : Cantera Material del proveedor

**TESISTA** : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ

Registro N°: **GE22-LEM-202-08**

**FECHA** : JUNIO DEL 2023

---

**INFORME: ENSAYO DE LOS ÁNGELES ASTM C 131/AASHTO T-96**

---

**TIPO DE ENSAYO "C"**

PESOS INICIALES			PESOS FINALES		
Cribas (Pasa el Tamiz)			Cribas		
1 1/2"	(38,10mm)				
1"	(25,40mm)				
3/4"	(19,05mm)	2501.0			
1/2"	(12,70mm)	2500.0			
<b>PESO TOTAL</b>		<b>5001.0</b>	<b>N° 12</b>	<b>(1.70mm)</b>	<b>4017.00</b>

N° de esferas : 8.0  
 N° de revoluciones: 500.0  
 Tiempo de rotación: 15.0 (minutos)

**Desgaste de los agregados: 19.68%**

Oswaldo H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 182400

RUC: 20573238258

Dirección: Bq. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, Pilco Marca - Huánuco

E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com

Celular: 982008201, 960400610



TESIS	: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM <sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022	REGISTRO N°:	GE22-LEM-202-20
TESISTA	: BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ	REALIZADO POR :	O. Salvador
Ubicación de Proyecto	: HUANUCO	REVISADO POR :	N. Salvador
		FECHA DE ELABORACIÓN :	-
Agregado	: Ag. Grueso Cantera Figueroa / Ag. Fino Cantera Huarin.	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: Cantera Material del proveedor	Asentamiento:	4"
Cemento	: Cemento Sol Tipo I	Código de mezcla:	400JN

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO ¿Por durabilidad?  NO

R a/c = 0.54

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 216 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire atrapado = 2.5%

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO		PESO ESPECÍFICO						
Cemento Sol Tipo I		3110 kg/m <sup>3</sup>						
Agua		1000 kg/m <sup>3</sup>						
Adición mineral	0.00%	2200 kg/m <sup>3</sup>						
Aditivo plastificante	0.00%	1190 kg/m <sup>3</sup>						
Agregado grueso		2599 kg/m <sup>3</sup>	0.82 %	1.71 %	6.77	1463	1693	1/2"
Agregado fino		2678 kg/m <sup>3</sup>	6.19 %	2.63 %	3.29	1730	1917	---
<b>MF Total</b>		<b>5.34</b>	5.33					
Fibra de polipropileno		0	g x m <sup>3</sup>					
% Agregado grueso		58.97%						
% Agregado fino		41.03%						
% 0.000		0.0%						
% 0.000		0.0%						
		100.0%						

Nominal maximum size of aggregate, mm	Volume of dry-rodded coarse aggregate* per unit volume of concrete for different fineness moduli† of fine aggregate			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

0.62	2.80
X	3.29
0.6	3.00
0.02	-0.20
X - 0.60	0.29
0.5710115	
≈ 967 kg	0.37 58.97%
	41.03%

OBSERVACIONES:

\* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

\* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEO ESTRUCTURAS

\* Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

60+/-5°C



O. Salvador Salazar  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP\* 182400

TESIS	: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'_{c}=210$ KG/CM <sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022	REGISTRO N°:	GE22-LEM-202-21
TESISTA	: BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ	REALIZADO POR :	O. Salvador
Ubicación de Proyecto	: HUANUCO	REVISADO POR :	N. Salvador
Agregado	: Ag. Grueso Cantera Figueroa / Ag. Fino Cantera Huarin.	FECHA DE ELABORACIÓN :	-
Procedencia	: Cantera Material del proveedor	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	: Cemento Sol Tipo I	Asentamiento:	4"
		Código de mezcla:	<b>400JN</b>

**INFORME: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO**  
**REFERENCIA ACI 211.1**

## 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 294

## 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.54 R a/cte = No aplica

## 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 216 L

## 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.5%

## 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 398.5 kg = 9.5 Bolsas x m<sup>3</sup>

## 6. ADICIONES

Adición mineral No aplica

## 7. FIBRAS

Fibras sintéticas No aplica

## 8. ADITIVOS

Aditivo plastificante No aplica

## 9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m <sup>3</sup>	0.1281 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2160 m <sup>3</sup>
Aire atrapado ≈ 2.5%	---	0.0250 m <sup>3</sup>
Adición mineral	No aplica	0.0000 m <sup>3</sup>
Aditivo plastificante	No aplica	0.0000 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	2599 kg/m <sup>3</sup>	0.3720 m <sup>3</sup>
Agregado fino	2678 kg/m <sup>3</sup>	0.2589 m <sup>3</sup>
0 kg/m <sup>3</sup>	0 kg/m <sup>3</sup>	0.0000 m <sup>3</sup>
0 kg/m <sup>3</sup>	0 kg/m <sup>3</sup>	0.0000 m <sup>3</sup>
Volumen de pasta		0.3691 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados		0.6309 m <sup>3</sup>

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN
Agregado grueso	0.8%	1.7%	6.77	1463	1693	1/2"
Agregado fino	6.2%	2.6%	3.29	1730	1917	---
0 kg/m <sup>3</sup>	0.0%	0.0%	0	0	0	0
0 kg/m <sup>3</sup>	0.0%	0.0%	0	0	0	0

## 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 59.0% ≈ 0.3720 m<sup>3</sup> ≈ 967 kg  
 Agregado fino 41.0% ≈ 0.2589 m<sup>3</sup> ≈ 693 kg

## 11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 975 kg  
 Agregado fino 736 kg  
 0 kg/m<sup>3</sup> 0 kg  
 0 kg/m<sup>3</sup> 0 kg

## 12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 200 L

## 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA EUCO 37  
 1 : 1.6 : 2.5 : 21.3 L : 0 m<sup>3</sup>

## 14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	CORR. RENDIMIENTO
Cemento Sol Tipo I	398 kg	398 kg	403 kg
Agua	216 L	200 L	202 kg
Aire atrapado ≈ 2.5%	0.0 kg	0.0 kg	0 kg
Adición mineral	0.0 kg	0.0 kg	0 kg
Aditivo plastificante	0.0 kg	0.0 kg	0.0 kg
Agregado grueso	967 kg	975 kg	987 kg
Agregado fino	693 kg	736 kg	745 kg
0 kg/m <sup>3</sup>	0 kg	0 kg	0 kg
0 kg/m <sup>3</sup>	0 kg	0 kg	0 kg
PUT		2309 kg	2338 kg

## 15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol Tipo I	11.954 kg
Agua	5.998L
Aire atrapado ≈ 2.5%	0 kg
Adición mineral	0 kg
Aditivo plastificante	0 g
Agregado grueso	29.244 kg
Agregado fino	22.085 kg
0 kg/m <sup>3</sup>	0 kg
0 kg/m <sup>3</sup>	0 kg
Slump obtenido	5 3/4"
Apariencia	Buena, cohesiva
Rendimiento	1.0

## OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEO ESTRUCTURAS
- \* Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.



Omer H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 162400



TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'_c=210$  KG/CM<sup>2</sup>  
INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA

TESISTA : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ

UBICACIÓN DE PROYECTO : HUANUCO

FECHA DE EMISIÓN : 03/07/2023

REGISTRO N°: GEO23-LEM-001-01

REALIZADO POR : N. Salvador

REVISADO POR : ---

FECHA DE ENSAYO : 01/07/2023

TURNO : Diurno

---

**INFORME: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN**

---

Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño : Indicada en la identificación

---



# GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

---

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20**

---



 Owner H. Salvador Salazar  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP- 182400

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022"  
**TESISTA** : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : HUANUCO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 03/07/2023

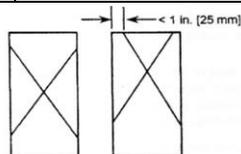
**REGISTRO N°:** GEO23-LEM-001-01  
**REALIZADO POR :** N. Salvador  
**REVISADO POR :** ---  
**FECHA DE ENSAYO :** 01/07/2023  
**TURNO :** Diurno

**INFORME: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA**

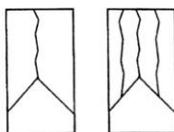
Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"  
 F<sup>c</sup> de diseño : Indicada en la identificación

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-20**

Probeta Nro	IDENTIFICACIÓN	F <sup>c</sup> (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kgf)	ESFUERZO (Kgf/cm <sup>2</sup> )
001	CONCRETO CONVENCIONAL SIN PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.1	78.7	2	2.01	16130.00	205.0
002	CONCRETO CONVENCIONAL SIN PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.02	20.0	78.9	3	2.00	16480.00	209.0
003	CONCRETO CONVENCIONAL SIN PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.10	20.0	80.1	2	1.98	17640.00	220.2
004	CONCRETO CONVENCIONAL SIN PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.0	78.5	3	2.00	21310.00	271.3
005	CONCRETO CONVENCIONAL SIN PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.05	20.0	79.3	2	1.99	18620.00	234.7
006	CONCRETO CONVENCIONAL SIN PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.03	20.1	79.0	2	2.00	18960.00	240.0
007	CONCRETO CONVENCIONAL SIN PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.05	20.0	79.3	3	1.99	25630.00	323.1
008	CONCRETO CONVENCIONAL SIN PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.10	20.0	80.1	2	1.98	24860.00	310.3
009	CONCRETO CONVENCIONAL SIN PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.03	20.0	79.0	2	2.00	26810.00	339.3
010	CONCRETO CON PET LISO 1% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.0	78.5	3	2.00	12960.00	165.0
011	CONCRETO CON PET LISO 1% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.06	20.0	79.5	3	1.99	13520.00	170.1
012	CONCRETO CON PET LISO 1% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.10	20.0	80.1	2	1.98	13410.00	167.4
013	CONCRETO CON PET LISO 1% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.02	20.0	78.9	2	2.00	18690.00	237.0
014	CONCRETO CON PET LISO 1% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.01	20.1	78.7	3	2.01	17630.00	224.0
015	CONCRETO CON PET LISO 1% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.03	20.1	79.0	2	2.00	18160.00	229.8
016	CONCRETO CON PET LISO 1% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.10	20.0	80.1	2	1.98	21100.00	263.4
017	CONCRETO CON PET LISO 1% PET	210	04/06/2023	01/07/2023	28	10.10	20.0	80.1	3	1.98	21350.00	266.5
018	CONCRETO CON PET LISO 1% PET	210	05/06/2023	01/07/2023	28	10.05	20.1	79.3	2	2.00	22110.00	278.7



**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]



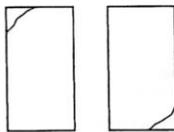
**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



**Tipo 3**  
Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation <sup>4</sup>	Acceptable Range <sup>4</sup> of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
1 by 12 in. 150 by 300 mm Laboratory conditions Field conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
	2.9 %	8.0 %	9.5 %
1 by 8 in. 100 by 200 mm Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GEO ESTRUCTURAS SAC

 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)  
 - Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velasco Alvarado)

**Pillco Marca - Huánuco.**



Owner: H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 162400

 geo.estructuras2020@gmail.com

 +51 982 008 201

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022"  
**TESISTA** : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : HUANUCO  
**FECHA DE EMISIÓN** : 03/07/2023

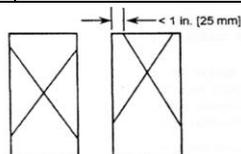
**REGISTRO N°:** GEO23-LEM-001-01  
**REALIZADO POR :** N. Salvador  
**REVISADO POR :** ---  
**FECHA DE ENSAYO :** 01/07/2023  
**TURNO :** Diurno

**INFORME: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA**

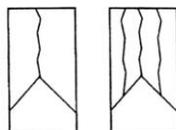
Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"  
 $F_c$  de diseño : Indicada en la identificación

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-20**

Probeta Nro	IDENTIFICACIÓN	$F_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kgf)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )
019	CONCRETO CON PET LISO 2% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.0	78.7	3	2.00	17110.00	217.4
020	CONCRETO CON PET LISO 2% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.03	20.1	79.0	2	2.00	16830.00	213.0
021	CONCRETO CON PET LISO 2% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.02	20.0	78.8	2	2.00	17410.00	221.0
022	CONCRETO CON PET LISO 2% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.03	20.0	79.0	2	1.99	24350.00	308.2
023	CONCRETO CON PET LISO 2% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.10	20.0	80.1	2	1.98	23830.00	297.4
024	CONCRETO CON PET LISO 2% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.02	20.0	78.9	2	2.00	23680.00	300.1
025	CONCRETO CON PET LISO 2% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.1	78.5	2	2.01	23530.00	299.6
026	CONCRETO CON PET LISO 2% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	3	2.00	24120.00	307.1
027	CONCRETO CON PET LISO 2% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.03	20.0	79.0	3	1.99	23970.00	303.4
028	CONCRETO CON PET LISO 3% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.02	20.1	78.9	2	2.01	15160.00	192.3
029	CONCRETO CON PET LISO 3% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.0	78.5	2	2.00	16120.00	205.2
030	CONCRETO CON PET LISO 3% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.5	78.5	3	2.05	15240.00	194.0
031	CONCRETO CON PET LISO 3% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.01	20.2	78.7	3	2.02	19520.00	248.0
032	CONCRETO CON PET LISO 3% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.10	20.1	80.1	2	1.99	18960.00	236.6
033	CONCRETO CON PET LISO 3% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.0	78.5	3	2.00	19420.00	247.3
034	CONCRETO CON PET LISO 3% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.01	20.2	78.7	2	2.02	23250.00	295.4
035	CONCRETO CON PET LISO 3% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	2	2.00	23760.00	302.5
036	CONCRETO CON PET LISO 3% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.02	20.0	78.9	2	2.00	22970.00	291.1



**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]



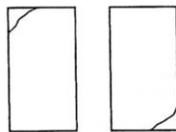
**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definido en el otro extremo



**Tipo 3**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation <sup>4</sup>	Acceptable Range <sup>4</sup> of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
i by 12 in. 150 by 300 mm]	Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
	Field conditions	2.9 %	7.8 %
i by 8 in. 100 by 200 mm]	Laboratory conditions	3.2 %	8.0 %
			9.5 %
		9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GEO ESTRUCTURAS SAC

 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)  
 - Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)

**Pillco Marca - Huánuco.**

  
 Owner: H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP- 162400

 geo.estructuras2020@gmail.com

 +51 982 008 201

TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022"

REGISTRO N°: GEO23-LEM-001-01

TESISTA : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ

REALIZADO POR : N. Salvador

REVISADO POR : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : HUANUCO

FECHA DE ENSAYO : 01/07/2023

FECHA DE EMISIÓN : 03/07/2023

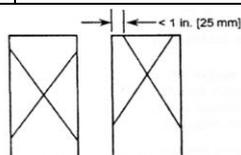
TURNO : Diurno

**INFORME: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA**

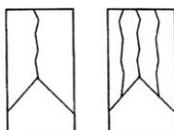
Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"  
 F<sub>c</sub> de diseño : Indicada en la identificación

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-20**

Probeta Nro	IDENTIFICACIÓN	F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kgf)	ESFUERZO (Kgf/cm <sup>2</sup> )
037	CONCRETO CON PET LISO 4% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.03	20.1	79.0	3	2.00	12770.00	161.6
038	CONCRETO CON PET LISO 4% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.0	78.7	2	2.00	12350.00	156.9
039	CONCRETO CON PET LISO 4% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.0	78.7	3	2.00	12780.00	162.4
040	CONCRETO CON PET LISO 4% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.0	78.5	2	2.00	16350.00	208.2
041	CONCRETO CON PET LISO 4% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.02	20.0	78.9	2	2.00	17110.00	217.0
042	CONCRETO CON PET LISO 4% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.05	20.0	79.3	2	1.99	16140.00	203.5
043	CONCRETO CON PET LISO 4% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	3	2.00	17490.00	222.7
044	CONCRETO CON PET LISO 4% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	3	2.00	17860.00	227.4
045	CONCRETO CON PET LISO 4% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	2	2.00	16940.00	215.7
046	CONCRETO CON PET LISO 5% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.02	20.0	78.9	2	2.00	10690.00	135.6
047	CONCRETO CON PET LISO 5% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.03	20.0	79.0	3	1.99	11530.00	145.9
048	CONCRETO CON PET LISO 5% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.0	78.5	2	2.00	10360.00	131.9
049	CONCRETO CON PET LISO 5% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.1	78.5	2	2.01	12860.00	163.7
050	CONCRETO CON PET LISO 5% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.01	20.0	78.7	2	2.00	13240.00	168.2
051	CONCRETO CON PET LISO 5% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.02	20.0	78.9	3	2.00	13180.00	167.1
052	CONCRETO CON PET LISO 5% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.01	20.0	78.7	3	2.00	14320.00	182.0
053	CONCRETO CON PET LISO 5% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	2	2.00	15240.00	194.0
054	CONCRETO CON PET LISO 5% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.01	20.0	78.7	2	2.00	14860.00	188.8



**Tipo 1**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]



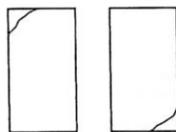
**Tipo 2**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



**Tipo 3**  
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



**Tipo 4**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



**Tipo 5**  
 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



**Tipo 6**  
 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation <sup>4</sup>	Acceptable Range <sup>4</sup> of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
i by 12 in. 150 by 300 mm]	Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
	Field conditions	2.9 %	9.5 %
i by 8 in. 100 by 200 mm]	Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GEO ESTRUCTURAS SAC

📍 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)  
 - Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)

**Pillco Marca - Huánuco.**



Owner H. Salvador Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 182400

✉ geo.estructuras2020@gmail.com

☎ +51 982 008 201



TESIS : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022"

REGISTRO N°: GEO23-LEM-001-01

TESISTA : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ

REALIZADO POR : N. Salvador

REVISADO POR : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : HUANUCO

FECHA DE ENSAYO : 01/07/2023

FECHA DE EMISIÓN : 03/07/2023

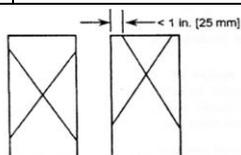
TURNO : Diurno

### INFORME: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA

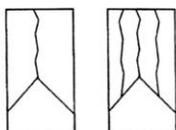
Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"  
 $F'_c$  de diseño : Indicada en la identificación

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-20

Probeta Nro	IDENTIFICACIÓN	$F'_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )
001	CONCRETO CON PET RUGOSO 1% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.0	78.7	2	2.00	17240.00	219.1
002	CONCRETO CON PET RUGOSO 1% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.0	78.5	2	2.00	16780.00	213.6
003	CONCRETO CON PET RUGOSO 1% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.0	78.5	3	2.00	17090.00	217.6
004	CONCRETO CON PET RUGOSO 1% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.0	78.5	2	2.00	22980.00	292.6
005	CONCRETO CON PET RUGOSO 1% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.01	20.1	78.7	2	2.01	22640.00	287.7
006	CONCRETO CON PET RUGOSO 1% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.01	20.0	78.7	2	2.00	22730.00	288.8
007	CONCRETO CON PET RUGOSO 1% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.02	20.1	78.9	3	2.00	25310.00	321.0
008	CONCRETO CON PET RUGOSO 1% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	3	2.00	24960.00	317.8
009	CONCRETO CON PET RUGOSO 1% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	2	2.00	25130.00	320.0
010	CONCRETO CON PET RUGOSO 2% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.1	78.7	3	2.01	15480.00	196.7
011	CONCRETO CON PET RUGOSO 2% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.02	20.0	78.9	2	2.00	15860.00	201.1
012	CONCRETO CON PET RUGOSO 2% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.0	78.7	2	2.00	15140.00	192.3
013	CONCRETO CON PET RUGOSO 2% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.10	20.0	80.1	2	1.98	21360.00	266.6
014	CONCRETO CON PET RUGOSO 2% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.0	78.5	3	2.00	20970.00	267.0
015	CONCRETO CON PET RUGOSO 2% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.0	78.5	3	2.00	20860.00	265.6
016	CONCRETO CON PET RUGOSO 2% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.2	78.5	2	2.02	24060.00	306.3
017	CONCRETO CON PET RUGOSO 2% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.01	20.1	78.7	2	2.00	23690.00	301.0
018	CONCRETO CON PET RUGOSO 2% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	2	2.00	23950.00	304.9



Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]



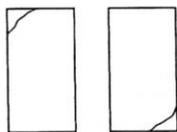
Tipo 2  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



Tipo 3  
Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5  
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation <sup>4</sup>	Acceptable Range <sup>4</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions Field conditions	2.4 %	7.8 %
	2.9 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GEO ESTRUCTURAS SAC

📍 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)  
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)

**Pillco Marca - Huánuco.**

**N. Salvador Salazar**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP- 162400

✉ geo.estructuras2020@gmail.com

☎ +51 982 008 201



**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM2 INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022"

**TESISTA** : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ

**UBICACIÓN DE PROYECTO** : HUANUCO

**FECHA DE EMISIÓN** : 03/07/2023

**REGISTRO N°:** GEO23-LEM-001-01

**REALIZADO POR :** N. Salvador

**REVISADO POR :** ---

**FECHA DE ENSAYO :** 01/07/2023

**TURNO :** Diurno

**INFORME: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA**

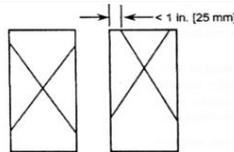
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"

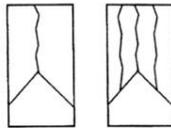
F'c de diseño : Indicada en la identificación

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-20**

Probeta Nro	IDENTIFICACIÓN	F'c (Kg/cm2)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)
019	CONCRETO CON PET RUGOSO 3% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.0	78.5	2	2.00	16960.00	215.9
020	CONCRETO CON PET RUGOSO 3% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.0	78.5	2	2.00	17120.00	218.0
021	CONCRETO CON PET RUGOSO 3% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.0	78.7	3	2.00	16870.00	214.4
022	CONCRETO CON PET RUGOSO 3% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.01	20.0	78.7	2	2.00	19120.00	243.0
023	CONCRETO CON PET RUGOSO 3% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.01	20.0	78.7	2	2.00	19350.00	245.9
024	CONCRETO CON PET RUGOSO 3% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.1	78.5	3	2.01	20150.00	256.6
025	CONCRETO CON PET RUGOSO 3% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.02	20.0	78.9	2	2.00	21860.00	277.2
026	CONCRETO CON PET RUGOSO 3% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.02	20.1	78.9	2	2.01	21340.00	270.6
027	CONCRETO CON PET RUGOSO 3% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	2	2.00	22050.00	280.7
028	CONCRETO CON PET RUGOSO 4% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.0	78.7	2	2.00	12130.00	154.1
029	CONCRETO CON PET RUGOSO 4% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.0	78.5	3	2.00	12430.00	158.3
030	CONCRETO CON PET RUGOSO 4% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.0	78.7	3	2.00	11860.00	150.7
031	CONCRETO CON PET RUGOSO 4% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.0	78.5	3	2.00	15320.00	195.1
032	CONCRETO CON PET RUGOSO 4% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.0	78.5	2	2.00	14980.00	190.7
033	CONCRETO CON PET RUGOSO 4% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.0	78.5	2	2.00	15130.00	192.6
034	CONCRETO CON PET RUGOSO 4% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.1	78.5	3	2.01	22410.00	285.3
035	CONCRETO CON PET RUGOSO 4% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	2	2.00	23010.00	293.0
036	CONCRETO CON PET RUGOSO 4% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.1	78.5	3	2.01	22670.00	288.6



**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]



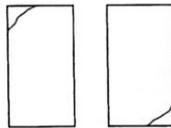
**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



**Tipo 3**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpeee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

**FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos**

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation <sup>4</sup>	Acceptable Range <sup>4</sup> of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GEO ESTRUCTURAS SAC

- Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)  
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)

**Pillco Marca - Huánuco.**

N. Salvador  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP- 162400

geo.estructuras2020@gmail.com

+51 982 008 201

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022"

**REGISTRO N°:** GEO23-LEM-001-01

**TESISTA** : BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ

**REALIZADO POR :** N. Salvador

**REVISADO POR :** ---

**UBICACIÓN DE PROYECTO** : HUANUCO

**FECHA DE ENSAYO :** 01/07/2023

**FECHA DE EMISIÓN** : 03/07/2023

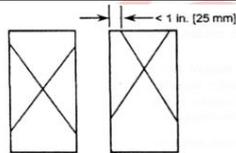
**TURNO :** Diurno

**INFORME: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA**

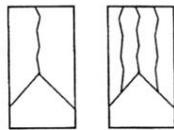
 Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"  
 F'c de diseño : Indicada en la identificación

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-20**

Probeta Nro	IDENTIFICACIÓN	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )
037	CONCRETO CON PET RUGOSO 5% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.01	20.0	78.7	2	2.00	10230.00	130.0
038	CONCRETO CON PET RUGOSO 5% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.0	78.5	2	2.00	10530.00	134.1
039	CONCRETO CON PET RUGOSO 5% PET	210	03/06/2023	10/06/2023	7	10.00	20.1	78.5	2	2.01	9860.00	125.5
040	CONCRETO CON PET RUGOSO 5% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.00	20.1	78.5	3	2.01	16530.00	210.5
041	CONCRETO CON PET RUGOSO 5% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.02	20.0	78.9	3	2.00	16730.00	212.2
042	CONCRETO CON PET RUGOSO 5% PET	210	03/06/2023	17/06/2023	14	10.01	20.0	78.7	2	2.00	15980.00	203.1
043	CONCRETO CON PET RUGOSO 5% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.0	78.5	3	2.00	18630.00	237.2
044	CONCRETO CON PET RUGOSO 5% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.02	20.0	78.9	2	2.00	20130.00	255.3
045	CONCRETO CON PET RUGOSO 5% PET	210	03/06/2023	01/07/2023	28	10.00	20.1	78.5	3	2.01	19230.00	244.8



**Tipo 1**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]



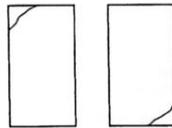
**Tipo 2**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



**Tipo 3**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



**Tipo 4**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



**Tipo 5**  
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



**Tipo 6**  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

**FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos**

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39



Owner H. Salvador Salazar  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP- 182400

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GEO ESTRUCTURAS SAC

- Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)  
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)

**Pillco Marca - Huánuco.**

geo.estructuras2020@gmail.com

+51 982 008 201

## **Anexo 04. Constancia de similitud de la tesis.**



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°068-2023- DI/FICyA

El director de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

**HACE CONSTAR** que:

La Tesis “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022” de la Bachiller Arq. **YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ** de la Escuela Profesional de Arquitectura, Cuenta con un índice de similitud del 17 % verificable en el Reporte de Originalidad del software anti-plagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 03 de Octubre 2023

Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia

Director de Investigación  
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura



**CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 068-2023**  
**SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente constancia de Antiplagio, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 11%. de similitud general, correspondiente a la Bachiller interesada **Yudit Antonia INOCENCIO MARTINEZ**, del Borrador de Tesis “**ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022**”, considerando como asesor al **Dr. Jose Luis VILLAVICENCIO GUARDIA**.

**DECLARANDO (APTO)**

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 30 de octubre 2023



Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DI.JLVG 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

**“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'_c=210$  KG CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022”**

AUTOR

**YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ**

141

RECUENTO DE PALABRAS

**28171 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**141157 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**138 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**6.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 30, 2023 1:07 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 30, 2023 1:08 PM GMT-5****● 11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION  
DOCENTE DE LA FICA

## **Anexo 05. Acta de defensa de tesis.**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 23 días del mes de noviembre de 2023, siendo las 11.00 am, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°831-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°1011-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 21.NOV.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los miembros del jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público de tesis titulada: **ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2022**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil la Bachiller de Ingeniería Civil **YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTÍNEZ**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Jorge Luis Meyzán Briceño PRESIDENTE – Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, SECRETARIO – Mg. Ing. Hamilton Denniss Abal García, VOCAL y la bachiller mencionada, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

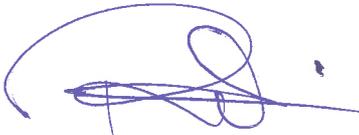
Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación de la aspirante al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
INOCENCIO MARTÍNEZ YUDIT ANTONIA	APROBADO	15	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII – Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las 12:15 PM del mismo día 23/11/2023 con lo que se dio por concluido y en fe de lo cual firmamos.

  
**JORGE LUIS MEYZÁN BRICEÑO**  
 PRESIDENTE

  
**RISSEL MACHUCA GUARDIA**  
 SECRETARIO

  
**HAMILTON DENNISS ABAL GARCÍA**  
 VOCAL



## RESOLUCIÓN DE DECANO N°1011-2023-UNHEVAL-FICA-D

Cayhuayna, 21 noviembre 2023

**VISTO:** La solicitud virtual enviada por correo, de fecha 13.NOV.2023, de la Bachiller en Ingeniería Civil **YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ**, pidiendo fecha y hora para sustentación de tesis titulada: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022;

### CONSIDERANDO:

Que, con solicitud virtual enviada por correo, de fecha 13.NOV.2023 de la Bachiller en Ingeniería Civil **YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ**, pidiendo fecha y hora para sustentación de tesis titulada: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022;

Que, con Resolución Virtual N°831-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 11.OCT.2023, se designa la Comisión de Revisión y Evaluación del Proyecto tesis titulada: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022 de la Bachiller en Ingeniería Civil al a los docentes: Presidente: Mg. Ing. Jorge Luis Meyzán Briceño, Secretario: Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, Vocal: Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, Accesitario: Mg. Ing. Hamilton Denniss Abal García, como jurados revisores del Proyecto de Tesis, de la Bachiller en Ingeniería Civil **YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ**;

Que, con INFORME N° 267-2023-JLMB-DFICyA, del Mg. Ing. Jorge Luis Meyzán Briceño, Carta N° 89-2023-JD-ERQH de la Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, INFORME N° 017-2023- EAPIC-UNHEVAL/RMG del Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, INFORME N°003 - 2023 - FICA - UNHEVAL/MGHDAG, Mg. Ing. Hamilton Denniss Abal García, dan la conformidad a la tesis titulado: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022, de la Bachiller en Ingeniería Civil **YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ**;

Que, la Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, por motivos de salud no asistirá a la sustentación de tesis, reemplazándola el accesitario el Mg. Ing. Hamilton Denniss Abal García;

Que, mediante Resolución Consejo Universitario N° 3412 - 2022 - UNHEVAL, de fecha 24 de octubre del 2022 en el Capítulo IV - Título III - Tesis - Art. 44° Una vez que los miembros de Jurado de Tesis informen al Decano acerca de la suficiencia del trabajo de tesis para su sustentación, el interesado presentará una solicitud dirigida al Decano pidiendo se fije lugar, fecha y hora para el acto de sustentación....;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

### SE RESUELVE:

- 1° **SEÑALAR** Fecha y hora para la sustentación Presencial de la tesis titulada ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022, de la Bachiller en Ingeniería Civil **YUDIT ANTONIA INOCENCIO MARTINEZ**, para el día **jueves 23 noviembre 2023 a horas 11.00 am**, en modalidad Presencial, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura por los considerandos anotados.

Regístrese, comuníquese y archívese.

Dr. Víctor Manuel Goicochea Vargas  
DECANATO

## **Anexo 06. Nota biográfica.**

## **NOTA BIBLIOGRAFICA**

### **Yudit Antonia Inocencio Martínez.**

Natural del Distrito de Chaglla, Provincia de Pachitea y Departamento de Huánuco, Mi Padre Fue Don Fulgencio Inocencio Domínguez y mi Madre es Doña Eva Martínez Rivera, Nací en 12 de agosto de 1992 en el distrito de Chaglla, Lugar donde Viví hasta los 16 años, cursando mis estudios primarios en la Institución Educativa N° 32581 y mis estudios secundarios en la Institución Educativa José Antonio Encinas Franco, en el año 2010, me traslade a la ciudad de Huánuco, donde realice mis estudios de preparación para ingresar a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, en la Carrera Profesional de ingeniería Civil, logrando ingresar el año 2011 y culminando los estudios el año 2016, desde esa fecha empecé a trabajar en diferentes instituciones Públicas y Privadas, desempeñándome en cargos de Asistente de diferentes proyectos, obteniendo el Grado de Bachiller el 2018, y hasta la fecha sigo laborando en diferentes proyectos en los sectores públicos y privados.

**Anexo 07. Autorización de publicación digital y D.J. del  
Trabajo de Investigación.**



## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

<b>Pregrado</b>	X	<b>Segunda Especialidad</b>		<b>Posgrado:</b>	Maestría		Doctorado
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Facultad</b>	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
<b>Escuela Profesional</b>	INGENIERIA CIVIL
<b>Carrera Profesional</b>	INGENIERIA CIVIL
<b>Grado que otorga</b>	-----
<b>Título que otorga</b>	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Facultad</b>	-----
<b>Nombre del programa</b>	-----
<b>Título que Otorga</b>	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Nombre del Programa de estudio</b>	-----
<b>Grado que otorga</b>	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>Apellidos y Nombres:</b>	INOCENCIO MARTINEZ YUDIT ANTONIA						
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b> 953571466
<b>Nro. de Documento:</b>	72264530				<b>Correo Electrónico:</b> yudit_!2893@hotmail.com		

<b>Apellidos y Nombres:</b>							
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>		

<b>Apellidos y Nombres:</b>							
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>		

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

<b>¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?:</b> (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO
<b>Apellidos y Nombres:</b>	VILLAVICENCIO GUARDIA, JOSE LUIS		<b>ORCID ID:</b> <a href="https://orcid.org/0000-0001-5016-6242">https://orcid.org/0000-0001-5016-6242</a>
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte
			C.E.
	<b>Nro. de documento:</b>		22486638

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

<b>Presidente:</b>	MEYZAN BRICEÑO, JORGE LUIS
<b>Secretario:</b>	QUINTANILLA HERRERA, ELISA RAQUEL
<b>Vocal:</b>	MACHUCA GUARDIA, RISSEL
<b>Vocal:</b>	ABAL GARCIA, HAMILTON
<b>Vocal:</b>	
<b>Accesitario</b>	


**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:</b> (Ingrese el título tal y como está registrado en el <b>Acta de Sustentación</b> )	
ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM <sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2022	
<b>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:</b> (tal y como está registrado en <b>SUNEDU</b> )	
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL	
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.	
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.	
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.	
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.	
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.	
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.	

**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación:</b> (Verifique la Información en el <b>Acta de Sustentación</b> )			2023				
<b>Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional:</b> (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	<b>Tesis</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Artículo</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Patente de Invención</b>	<input type="checkbox"/>	
	<b>Trabajo de Investigación</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Trabajo de Suficiencia Profesional</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos</b>	<input type="checkbox"/>	
	<b>Trabajo Académico</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Otros (especifique modalidad)</b>	<input type="checkbox"/>			
<b>Palabras Clave:</b> (solo se requieren 3 palabras)	CONCRETO		PET		COMPRESIÓN		
<b>Tipo de Acceso:</b> (Marque con X según corresponda)	<b>Acceso Abierto</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Condición Cerrada (*)</b>	<input type="checkbox"/>			
	<b>Con Periodo de Embargo (*)</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Fecha de Fin de Embargo:</b>				
<b>¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora?</b> (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):					SI	NO	X
<b>Información de la Agencia Patrocinadora:</b>							

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



#### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	INOCENCIO MARTINEZ YUDIT ANTONIA	Huella Digital
DNI:	72264530	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 23 DE NOVIEMBRE DEL 2023		

#### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.

## **Anexo 08. Validación de los instrumentos por jueces.**

TESIS: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2022  
 TESISTA: BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MATINEZ

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR EXPERTOS

Resultados para la edad de 7 días.						
Adición	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje
-	Sin PET	211.4kg/cm <sup>2</sup>	100.7%			
1%	liso	167.5kg/cm <sup>2</sup>	79.8%	rugoso	217kg/cm <sup>2</sup>	103.22%
2%	liso	217.1kg/cm <sup>2</sup>	103.4%	rugoso	197kg/cm <sup>2</sup>	93.67%
3%	liso	197.2kg/cm <sup>2</sup>	93.9%	rugoso	216kg/cm <sup>2</sup>	102.90%
4%	liso	160.3kg/cm <sup>2</sup>	76.3%	rugoso	154kg/cm <sup>2</sup>	73.51%
5%	liso	137.8kg/cm <sup>2</sup>	65.6%	rugoso	130kg/cm <sup>2</sup>	61.84%

Resultados para la edad de 14 días.						
Adición	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje
-	Sin PET	248.7kg/cm <sup>2</sup>	118.4%			
1%	liso	230.3kg/cm <sup>2</sup>	109.7%	rugoso	290kg/cm <sup>2</sup>	137.95%
2%	liso	301.9kg/cm <sup>2</sup>	143.8%	rugoso	266kg/cm <sup>2</sup>	126.86%
3%	liso	244.0kg/cm <sup>2</sup>	116.2%	rugoso	249kg/cm <sup>2</sup>	118.33%
4%	liso	209.6kg/cm <sup>2</sup>	99.8%	rugoso	193kg/cm <sup>2</sup>	91.81%
5%	liso	166.3kg/cm <sup>2</sup>	79.2%	rugoso	209kg/cm <sup>2</sup>	99.33%

Resultados para la edad de 28 días.						
Adición	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje
-	Sin PET	324.2kg/cm <sup>2</sup>	154.4%			
1%	liso	269.5kg/cm <sup>2</sup>	128.3%	rugoso	320kg/cm <sup>2</sup>	152.19%
2%	liso	303.4kg/cm <sup>2</sup>	144.5%	rugoso	304kg/cm <sup>2</sup>	144.79%
3%	liso	269.7kg/cm <sup>2</sup>	128.4%	rugoso	276kg/cm <sup>2</sup>	131.51%
4%	liso	221.9kg/cm <sup>2</sup>	105.7%	rugoso	289kg/cm <sup>2</sup>	137.60%
5%	liso	188.3kg/cm <sup>2</sup>	89.7%	rugoso	246kg/cm <sup>2</sup>	117.03%


 Owner *Habacía Salvador Salazar*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 162400

TESIS: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2022  
 TESISTA: BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MATINEZ

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR EXPERTOS

Resultados para la edad de 7 días.						
Adición	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje
-	Sin PET	211.4kg/cm <sup>2</sup>	100.7%			
1%	liso	167.5kg/cm <sup>2</sup>	79.8%	rugoso	217kg/cm <sup>2</sup>	103.22%
2%	liso	217.1kg/cm <sup>2</sup>	103.4%	rugoso	197kg/cm <sup>2</sup>	93.67%
3%	liso	197.2kg/cm <sup>2</sup>	93.9%	rugoso	216kg/cm <sup>2</sup>	102.90%
4%	liso	160.3kg/cm <sup>2</sup>	76.3%	rugoso	154kg/cm <sup>2</sup>	73.51%
5%	liso	137.8kg/cm <sup>2</sup>	65.6%	rugoso	130kg/cm <sup>2</sup>	61.84%

Resultados para la edad de 14 días.						
Adición	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje
-	Sin PET	248.7kg/cm <sup>2</sup>	118.4%			
1%	liso	230.3kg/cm <sup>2</sup>	109.7%	rugoso	290kg/cm <sup>2</sup>	137.95%
2%	liso	301.9kg/cm <sup>2</sup>	143.8%	rugoso	266kg/cm <sup>2</sup>	126.86%
3%	liso	244.0kg/cm <sup>2</sup>	116.2%	rugoso	249kg/cm <sup>2</sup>	118.33%
4%	liso	209.6kg/cm <sup>2</sup>	99.8%	rugoso	193kg/cm <sup>2</sup>	91.81%
5%	liso	166.3kg/cm <sup>2</sup>	79.2%	rugoso	209kg/cm <sup>2</sup>	99.33%

Resultados para la edad de 28 días.						
Adición	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje	PET tipo	f'c promedio	Porcentaje
-	Sin PET	324.2kg/cm <sup>2</sup>	154.4%			
1%	liso	269.5kg/cm <sup>2</sup>	128.3%	rugoso	320kg/cm <sup>2</sup>	152.19%
2%	liso	303.4kg/cm <sup>2</sup>	144.5%	rugoso	304kg/cm <sup>2</sup>	144.79%
3%	liso	269.7kg/cm <sup>2</sup>	128.4%	rugoso	276kg/cm <sup>2</sup>	131.51%
4%	liso	221.9kg/cm <sup>2</sup>	105.7%	rugoso	289kg/cm <sup>2</sup>	137.60%
5%	liso	188.3kg/cm <sup>2</sup>	89.7%	rugoso	246kg/cm <sup>2</sup>	117.03%

 Jhemy Gadiel Martel Peña  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP N° 299464

**TESIS: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'_c=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ADITIVOS TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN FORMA RUGOSA, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2022**  
**TESISTA: BACH. YUDIT ANTONIA INOCENCIO MATINEZ**

### **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR EXPERTOS**

<b>Resultados para la edad de 7 días.</b>						
<b>Adicion</b>	<b>PET tipo</b>	<b>f'c promedio</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>PET tipo</b>	<b>f'c promedio</b>	<b>Porcentaje</b>
-	Sin PET	211.4kg/cm <sup>2</sup>	100.7%			
1%	liso	167.5kg/cm <sup>2</sup>	79.8%	rugoso	217kg/cm <sup>2</sup>	103.22%
2%	liso	217.1kg/cm <sup>2</sup>	103.4%	rugoso	197kg/cm <sup>2</sup>	93.67%
3%	liso	197.2kg/cm <sup>2</sup>	93.9%	rugoso	216kg/cm <sup>2</sup>	102.90%
4%	liso	160.3kg/cm <sup>2</sup>	76.3%	rugoso	154kg/cm <sup>2</sup>	73.51%
5%	liso	137.8kg/cm <sup>2</sup>	65.6%	rugoso	130kg/cm <sup>2</sup>	61.84%

<b>Resultados para la edad de 14 días.</b>						
<b>Adicion</b>	<b>PET tipo</b>	<b>f'c promedio</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>PET tipo</b>	<b>f'c promedio</b>	<b>Porcentaje</b>
-	Sin PET	248.7kg/cm <sup>2</sup>	118.4%			
1%	liso	230.3kg/cm <sup>2</sup>	109.7%	rugoso	290kg/cm <sup>2</sup>	137.95%
2%	liso	301.9kg/cm <sup>2</sup>	143.8%	rugoso	266kg/cm <sup>2</sup>	126.86%
3%	liso	244.0kg/cm <sup>2</sup>	116.2%	rugoso	249kg/cm <sup>2</sup>	118.33%
4%	liso	209.6kg/cm <sup>2</sup>	99.8%	rugoso	193kg/cm <sup>2</sup>	91.81%
5%	liso	166.3kg/cm <sup>2</sup>	79.2%	rugoso	209kg/cm <sup>2</sup>	99.33%

<b>Resultados para la edad de 28 días.</b>						
<b>Adicion</b>	<b>PET tipo</b>	<b>f'c promedio</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>PET tipo</b>	<b>f'c promedio</b>	<b>Porcentaje</b>
-	Sin PET	324.2kg/cm <sup>2</sup>	154.4%			
1%	liso	269.5kg/cm <sup>2</sup>	128.3%	rugoso	320kg/cm <sup>2</sup>	152.19%
2%	liso	303.4kg/cm <sup>2</sup>	144.5%	rugoso	304kg/cm <sup>2</sup>	144.79%
3%	liso	269.7kg/cm <sup>2</sup>	128.4%	rugoso	276kg/cm <sup>2</sup>	131.51%
4%	liso	221.9kg/cm <sup>2</sup>	105.7%	rugoso	289kg/cm <sup>2</sup>	137.60%
5%	liso	188.3kg/cm <sup>2</sup>	89.7%	rugoso	246kg/cm <sup>2</sup>	117.03%



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

Ing. Jorge Luis Gonzales Aguirre

CIP. 74039